



Droppbevattningens inverkan på kvalitet och kvantitet hos *Solanum tuberosum* L, i jämförelse med konventionell spridarbevattning

Andreas Wiklund och Joakim Ekelöf



Bachelor (Kandidatuppsats) inom Hortonomprogrammet DSH

SLU Alnarp
Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik

Rapport 2006:3
Report

Swedish University of Agricultural Sciences
Dept of Landscape Management and Horticultural Technology

ISSN 1652-1552

I denna serie publiceras rapporter från Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik vid SLU Alnarp.

This is a publication from the Department of Landscape Management and Horticultural Technology at the Swedish University of Agricultural Sciences in Alnarp.

En lista på publicerade rapporter i serien finns på institutionens hemsida med adressen www.lt.slu.se

The issues in this series of publications are listed at the homepage www.lt.slu.se

Andreas Wiklund är hortonomstudent som är mycket intresserad av praktisk potatisodling. Andreas driver idag en större potatisodling på Gotland.

Joakim Ekelöf är hortonomstudent med ett starkt intresse speciellt för växtnäring. Joakim skrev sin del av detta arbete på distans då han samtidigt bedrev studier på Cornell University.

Förord

Denna uppsats är resultatet av två kandidatexamensarbeten på vardera 10 poäng som har utförts inom det dansk-svenska hortonomprogrammet. DSH (dansk-svenska hortonomprogrammet) är ett samarbete mellan Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Kungliga Veterinär- och Lantbrukshögskolan (KVL) i Danmark. Rapporten innefattar en litteraturstudie och ett fältförsök. Uppsatsen och försöket utfördes på Institutionen för Landskaps- och Trädgårdsteknik under våren och sommaren 2005 och avslutades i september samma år, arbetet är en del av en bachelorexamen inom hortikultur motsvarande 120 poäng.

Under tiden som arbetet pågått har många personer både inom och utom institutionen hjälpt och stöttat oss. Vi vill därför passa på att tacka alla som bidragit med goda råd, fältarbete, analyser, granskning, och utskrifter med mera. Tack till alla för värdefull hjälp och för ett bra utfört arbete, speciellt till handledaren Fredrik Hallefält för allt stöd och uppmuntran under projektets gång.

Även ett stort tack till våra sponsorer Weibulls, Foodmark, Stora Tollby Gård AB, Partnerskap Alnarp och Waterboys som har gjort det möjligt att genomföra detta arbete. Vi vill också rikta ett speciell tack till några nyckelpersoner inom dessa företag. Philip Ljungqvist på Weibulls för bidrag med utsäde och goda råd, Mats-Ola Jespersson på Foodmark för hjälp med mätutrustningar och analyser, Sten Wikström på Stora Tollby Gård AB för upplåtande av mark och praktiskt fältarbete samt bidragande av goda råd. Dave Servin på Partnerskap Alnarp för stöd till projektet, Tomas Johansson och Lasse Eriksson på Waterboys för att ha bidragit med utrustning och kunskap om droppbevattning.

Vi vill även rikta ett stort tack till biträdande handledare Harry Linnér och examinator Jan-Eric Englund.

Slutligen vill vi tacka våra nära och kära för deras tålamod med att lyssna på våra ständigt återkommande historier om potatis och dess storleksfördelning.

Andreas Wiklund och Joakim Ekelöf

Alnarp 2006-09-05

Abstract

A literature study and a field trial have been carried out in order to investigate the physiological response of potato plants to different soil moisture levels. Higher yield, quality and number of tubers can according to the literature be obtained if constant high soil moisture is kept during major parts of the growing season. A field trial was set up where drip irrigation was used as an alternative to conventional irrigation techniques to maintain high and constant soil moisture. The application of water in the drip irrigated area was monitored and adjusted on a daily basis so that the soil moisture stayed as close as possible to the recommended level. The sprinkle irrigated area was irrigated according to traditional practices with approximately 35 mm every 7th to 10th day depending on the weather. The result from the field trial was in line with the information found in literature; constant high soil moisture gave on average 11 % higher yield, higher quality and higher number of tubers. The marketable yield increased with 28 % in the drip irrigated area compared with the sprinkle irrigated area. The conclusion from this study is that drip irrigation can be used as a cost effective alternative to traditional sprinkle irrigation.

Referat

En litteraturstudie samt ett fältförsök har genomförts för att studera markfuktens inflytande på kvalitet och kvantitet hos *Solanum tuberosum*. Litteraturstudien visar att hög och jämn markfukt vid odling av potatis ger högre skörd, fler antal knölar och bättre kvalitet. Ett praktiskt odlingsförsök genomfördes för att undersöka om teorin överensstämmer med praktiken. I försöket testades droppbevattning som ett alternativ till konventionell spridarbevattning i ett enkelt blockförsök. Markfukten i det droppbevattnade ledet styrdes utifrån avdunstningen och reglerades så att den höll sig inom det rekommenderade intervallet. Det spridarbevattnade ledet vattnades på traditionsenligt vis med ca 35 mm var 7-10 dag beroende på väderlek. Resultaten från försöket styrkte teorin, en hög och jämn markfukt gav i medeltal 11 % högre skörd och den säljbara fraktionen, dvs. storleken mellan 38 och 55mm, blev 20 % högre. Största ökningen blev det i fraktionen 38-45 mm där det droppbevattnade ledet gav 36 % mer skörd än det spridarbevattnade. I medeltal gav det droppbevattnade ledet 62 % mindre potatis i fraktionen större än 55 mm. Andelen foder i det droppbevattnade ledet minskade så att den totala säljbara varan ökade med i genomsnitt 28 % i jämförelse med det spridarbevattnade ledet. Slutsatsen från denna studie är att droppbevattning kan användas som ett kostnadseffektivt alternativ till spridarbevattning.

Innehållsförteckning

1 Inledning	7
1.1 Potatisplantans utvecklingsförlopp	8
1.2 Vattenstress	9
1.3 Potatisplantans torkkänslighet	11
1.4 Markfuktens inverkan på skörd och kvalitet	12
1.5 Reglering av markfukten under respektive utvecklingsperiod	14
1.6 Evapotranspiration i relation till skörd och markfukt	15
1.7 Droppbevattning	15
1.8 Ramdirektivet för vatten	16
2 Material och metoder	17
2.1 Försöksplan	17
2.2 Beskrivning av försöket	18
2.2.1 Analyser	18
2.2.2 Jordbearbetning	18
2.2.3 Sättning, gödning och slangläggning	19
2.2.4 Bevattning	20
2.2.5 Kupning	22
2.2.6 Växtskyddsåtgärder	22
2.2.7 Blastdödning	22
2.2.8 Upptagning	23
2.2.9 Temperatur och nederbörd under försöksperioden	23
2.2.10 Statistisk analys	23
3 Resultat	23
3.1 Skörd och andel säljbar vara	23
3.2 Storleksfördelning	24
3.3 Visuellt intryck och inre egenskaper	25
3.4 Vattenåtgång	25
3.5 Ekonomi	26
4. Diskussion	28
5. Referenser	31
Böcker och tidskrifter	31

1 Inledning

Jämfört med flertalet andra grödor så är potatisen en av de mest torkkänsliga. Enligt Rowe (1993) och Linnér (1984) skall det för växten tillgängliga vattnet i rotzonen aldrig understiga 70 % för att inte inverka på skörd och kvalitet. Eftersom potatis ofta odlas på lätta jordar med låg vattenhållande förmåga (ca 40-80 mm i rotzonen), innebär detta att vatten måste tillföras varannan dag under soliga förhållanden, då den totala evapotranspirationen ligger på omkring 5 mm/dag. Evapotranspiration är summan av hur mycket vatten som växten förbrukar genom transpirationen adderat med avdunstningen från jordytan. Detta är ekonomiskt oförsvarbart och praktiskt mycket svårt att genomföra med traditionell storspridarbevattning.

Med hjälp av droppbevattning är det möjligt att bevattna små mängder ofta med energisnåla pumpar på ett arbetseffektivt sätt. Det har dock tidigare visat sig att droppbevattning inte varit lönsamt att använda för odling av kvalitetspotatis, men utvecklingen har gått framåt och ny utrustning finns på marknaden vilket gör droppbevattning intressant igen. Marknaden för potatis har också ändrats sedan Sverige gick med i EU och det är numera svårare att sälja potatis som håller låg kvalitet.

Syftet med detta projekt är att undersöka om droppbevattning skulle kunna bli ett alternativ till konventionell bevattning under svenska förhållanden vid odling av kvalitetspotatis. De parametrar vi vill undersöka är den totala säljbara varan, storleksfördelning, visuellt intryck (skorv mm), inre egenskaper och vattenåtgång.

Enligt Linnér (1984), Sylegård (1996) och Jespersson (2005) så ger en hög och jämn markfuktighet fler antal knölar och storleksfraktionen blir mer småfallande. Småfallande innebär att storleksfördelningen i potatispartiet förskjuts nedåt, och potatisen blir mindre. Detta är något som eftersträvas vid odling av kvalitetspotatis. Flera försök har även visat att problemen med grovskorv (*Streptomyces scabies*), pulverskorv (*Spongospora subterranea*), växtsprickor och missformade knölar minskar vid jämn och hög markfukt (Linnér, 1984; Harris, 1992). Problemet med grönfärgning kan i vissa fall minskas på grund av att ingen jord spolats av från drillen under bevattningen. Även ogrästrycket minskar då inte fårorna blöts upp vid bevattningen (NETAFIM, 2002). Litteratur som påvisar en försämring av kvalitén vid jämn och hög markfukt är sällsynt. Men enligt Kang *et al*, (2003) så ökade andelen ihåliga

potatisar signifikant vid bevattningsnivåer som var större än eller lika med avdunstningen mätt från en 2 dm standard evaporimeter.

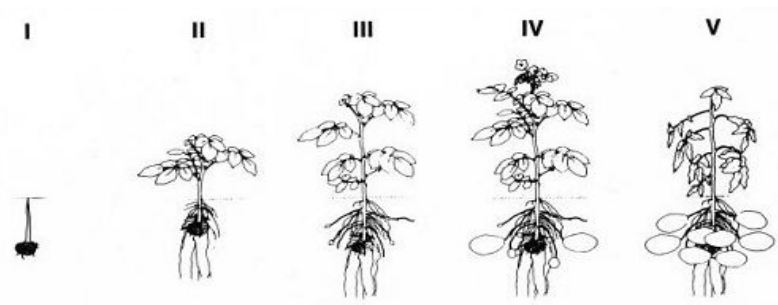
Tidigare försök visar att vattenåtgången kan reduceras upp till 50 % vid användning av droppbevattning (Plauborg, 2004; Boujelben & M'barek, 1997; NETAFIM, 2005). Detta är intressant eftersom det inom en överskådlig framtid med stor sannolikhet kommer att bli avgifter på all vattenanvändning i Sverige, enligt EU:s vattendirektiv.

Fältförsöket utfördes under sommaren 2005 för att se om jämn markfukt gav de fördelar som beskrivits i litteraturen under svenska förhållanden. Försöket var förlagt på Stora Tollby Gård AB på Gotland (www.storatollbygard.se). Gården odlar ca 70 ha kvalitetspotatis till Stockholms restauranger och ingår i en odlargrupp som tillsammans odlar ca 120 ha potatis samt en rad olika grönsaker.

1.1 Potatisplantans utvecklingsförlopp

Potatisplantans tillväxt delas oftast in i fem olika utvecklingsstadier (Rowe, 1993; Bodin & Svensson, 1996; Bodin, 1983). Utvecklingsstadium I kallas för groningen och det börjar när potatisen sätts och varar fram till uppkomsten som normalt sker 3-4 veckor efter sättnings (Figur 1). Under denna period så utvecklas groddarna från sättnörens ögon (lågbladsveck) som växer upp genom jorden och blir stjälkar.

Från groddarnas baser bildas adventivrötter och den ursprungliga sättnören förlorar sin betydelse som näringsförsörjare åt plantan, vilket sker



Figur 1. Olika utvecklingsstadier hos potatis (Wowchuk, 2004).

efter 40-50 dagar. Under stolonbildningen (utvecklingsstadium II) som sker efter uppkomst har blasten sin största tillväxt. Blad och sidostjälkar växer ut från noder över markytan längs huvudstjälkarna som grott. Stoloner är skott, som växer ut från stjälkens lågbladsveck på den underjordiska delen. Stolonen växer i mörker horisontellt med en längd av 10-200 mm och är ofta förgrenad. Tillväxtzonen (apikala knoppsamlingen) hos stolonen omges av lågblad

som sitter i spiral på en starkt komprimerad skottspetsaxel med en diameter på 2-5 mm. Utvecklingsstadium III kallas knölbildningen. Under knölnitieringen börjar stolonspetsen att svälla, till en början genom celledning. Lågbladen med sina knoppsamlingar kommer att glida isär över den bildade knölens yta. Knölbildningen startar ungefär sju veckor efter sättnings och varar ungefär fram till tre månader efter sättnings. Den avslutas när knölan antalet nått sitt maxantal. Under utvecklingsstadium IV, som kallas knöltillväxt sväller knölnarna genom cellutvidgning. Knöltillväxten sker genom ansamling av vatten, näringsämnen och kolhydrater. Det femte och sista stadiet kallas mognad och innebär att plantan slutar växa, bladen gulnar, tappar blad och till sist dör. När bladen vissnat är knöltillväxten avslutad. Under denna period så mognar skalet på potatisen och det blir tjockare.

1.2 Vattenstress

Vattenstress kan uppstå av både för mycket och för lite vatten i rotzonen. Det vanligaste är dock att stress orsakas av ett underskott av vatten. Detta uppstår då en planta inte kan bibehålla sin naturliga transpiration, vilket oftast beror på att vattenpotentialen i marken är för låg, men kan också bero på en för hög avdunstning i förhållande till vattenupptag. Efterhand som jorden torkar upp ökar motståndet och jordens ledningsförmåga försämras. Det kommer in luft i porerna i jorden och vattnets ledningsbanor blir smalare som medför ett ökat motstånd vilket försämrar plantans möjligheter att försörja sig med vatten. Undersökningar visar att ca 75 % av motståndet i flödet av vatten från jorden till bladet uppkommer från den underjordiska delen av transporten (Harris, 1992).

Växter transpirerar för att sänka temperaturen i bladet, där omkring 95 % av allt vatten som tas upp av växten går åt för att kyla plantan. Om klyvöppningarna hålls stängda hindras transpirationen och temperaturen stiger. Vid för höga bladtemperaturer påverkas cellmembranens stabilitet vilket får till följd att joner kan läcka ut. Även enzymaktiviteten påverkas och vissa enzymer inaktiveras. Det som är kritiskt i sammanhanget är att fotosyntesen påverkas vid lägre temperatur än respirationen vilket medför att kolhydratreserverna minskar. I försök som gjorts i Death Valley, i Kalifornien har bladtemperaturer som ligger 8 grader under lufttemperaturen uppmätts. Den lägre temperaturen beror på den kylningseffekt transpirationen har (Taiz & Zeiger, 2002).

En annan effekt av vattenstress är att bladets vattenpotential och växtens vattenhalt minskar. Den minskade vattenhalten medför ett minskat tryck i cellen och därmed också en minskning av cellvolymen. Membranen i cellen blir då komprimerade och tjockare, samtidigt som koncentrationen av lösta ämnen i cellen ökar (Taiz & Zeiger, 2002). I fält medför detta att bladen får en mer mörkgrön nyans (Rowe, 1993). Eftersom cellexpansionen är en process som drivs av trycket i cellen påverkas tillväxten av en minskad vattenpotential i bladet (Taiz & Zeiger, 2002). Det är en anpassning som plantan har utvecklat för att minska bladytan och därmed transpirationen vid dålig tillgång på vatten. En minskad bladyta medför dock minskad fotosyntes och därmed lägre skörd. En i många fall refererad rapport av Gandar och Tanner (1976) visar att bladtillväxten avtar linjärt med sjunkande vattenpotential i jorden. Vattenstress påverkar också antalet blad som bildas och även livslängden och storleken på dessa.

När klyvöppningar stängs hindras utbytet av koldioxid vilket påverkar fotosyntesen negativt. Denna process påverkas inte lika snabbt som minskningen av bladytan och pågår därför efter det att bladtillväxten avtagit. Det sker då en ökning i transporten av kolhydrater från bladen till roten på grund av ett minskat behov i bladet. På detta sätt får roten mer energi och kan utveckla sitt rotsystem för ökad vattenupptagningsförmåga. Efterhand som trycket i cellerna sjunker avtar transporten från bladet då denna process drivs av ett övertryck som skapas då socker laddas aktivt i floemet. Vid det här laget är även andra processer såsom fotosyntesen kraftigt reducerade. Vid mera långvarig vattenstress aborteras de understa (minst produktiva) bladen för att reducera den transpirerande ytan ytterligare (Taiz & Zeiger, 2002).

Vissa arter, exempelvis sockerbetor, har förmågan att öka salthalten i växten och på detta sätt minska vattenpotentialen. Plantan får därmed en starkare uppsugningsförmåga och kan ta upp en större del av det till marken bundna vattnet. På så vis kan klyvöppningarna hållas öppna under en längre tid och fotosyntesen bibehålla sin aktivitet. Denna process är dock energikrävande för växten. Heuer och Nadler (1998) har i sina försök visat att även potatisplantan har förmågan att osmotiskt justera uppsugningsförmågan vid saltstress. Detta kan ifrågasättas då saltstress och torkstress orsakas av samma sak, nämligen att vatten inte kan tas upp på grund av för stark bindningskraft i jorden (Taiz & Zeiger, 2002). Inga resultat visar

dock på att potatisplantan skulle kunna öka uppsugningsförmågan genom osmotisk reglering vid vattenstress, i stället kompenseras den minskade vattentillgången med en minskad elongation och en minskning av bladytan som tidigare beskrivits.

Försök som gjorts där delar av rotsystemet utsatts för torka har visat att kemiska signaler sänds ut från roten och påverkar klyvöppningarna så att de stängs. Trots att vattenstatusen i plantan hålls god av den del av rotsystemet som är välförsedd med vatten, stängs klyvöppningarna. Vilka ämnen som är inblandade i denna process är inte fullt kartlagda men hormonet abscisic acid (ABA) är med all sannolikhet inblandat (Taiz & Zeiger, 2002).

Vattenstress kan även uppstå om markfukten blir för hög, exempelvis vid kraftig nederbörd. Rötterna får då ingen tillgång till syre vilket förhindrar respirationen. På översvämmade fält uppstår allvarliga skador på potatisplantan redan efter 8-12 timmar, vilket kan medföra vissningsymptom och skador som inte plantan kan reparera (Rowe, 1993).

1.3 Potatisplantans torkkänslighet

För att uppnå en hög skörd av jämn kvalitet är en väl anpassad bevattning avgörande vid odling av potatis. Detta beror på att plantan har svårt att upprätthålla en hög transpiration och stänger därför klyvöppningarna under förhållanden då jordprofilen torkar ut eller då avdunstningen blir för stor. Detta sker redan vid bladvattenpotentialen -0,6 till -0,4 MPa hos potatisplantan detta kan jämföras med sojabönor som stänger sina klyvöppningar vid -1,1 MPa, men är beroende på sort och mätutrustning (Linnér, 1984; Harris, 1992).

Rent fysiologiskt finns det två hypoteser som förklarar detta. En förklaring är den relativt korta rotlängden i förhållande till enhet markareal som plantan har, en annan är plantans grunda rotsystem som bidrar till en lägre genomsnittlig vattenpotential i den kringliggande rotzonen i jämförelse med grödor som har ett djupare rotsystem (Harris, 1992). Det mest troliga är en kombination av dessa faktorer. På grund av detta skall man vid odling av potatis hålla en relativt hög och ytlig markfukt för att inte påverka tillväxten negativt (Harris, 1992; Linnér, 1984; Rowe, 1993; Kang *et al*, 2004) Huruvida rotsystemet utvecklas på potatisplantan varierar mellan olika sorter, därför skiljer sig även torkkänsligheten åt.

Om vattning sker med för långt intervall kan det översta jordlagret av drillen lätt torka upp. Det finns då risk att signaler i form av hormoner (ABA) skickas från rotsystemet i den uttorkade rotzonen om att klyvöppningarna bör stängas. Detta trots att vattenstatusen i plantan fortfarande är god. Detta kan verka opraktiskt ur plantans synpunkt men man bör komma ihåg att dagens odlingsmiljö i drill inte överensstämmer med plantans evolutionära miljö (Harris, 1992).

Linnér (1984) gjorde stressfysiologiska studier på potatis för att se under vilka betingelser grödan utsätts för sådan vattenstress att tillväxten begränsades. Vattenpotentialen i marken, i knölarna, och i bladen mättes och atmosfärens potential beräknades med hjälp av meteorologiska data. Han fann att vid temperaturen 25°C och relativ luftfuktighet omkring 50% sjönk bladpotentialen till mellan -0,7 och -0,5 MPa under några timmar varje dag, tillväxten begränsades således på grund av vattenstress trots att markvattentillgången var mycket god. Maximalt sjönk bladpotentialen till omkring -1,0 MPa vilket tyder på att vissningsgränsen för potatis ligger högre än hos många andra växter. Inom markfysiken anges vissningsgränsen vanligen till -1,5 MPa.

Potatis odlas ofta på lätta jordar med förhållandevis låg vattenhållande kapacitet av praktiska skörde- och jordbearbetningsskäl. Detta i kombination med potatisens fysiologiska torkkänslighet ställer stora krav på precisionsbevattning.

1.4 Markfuktens inverkan på skörd och kvalitet

Potatis plantans produktion av knölar är beroende av en ansamling av kolhydrater. När plantan tillverkar mer kolhydrater än vad som behövs för respiration och tillväxt så lagras de in i knölarna. Den uteblivna blasttillväxten som vattenstress medför begränsar den totala fotosyntetiska kapaciteten samtidigt som rotutvecklingen reduceras vilket begränsar vatten och näringsupptag som reducerar plantans möjlighet att tillverka och lagra kolhydrater.

Knölskörden är ett resultat av både antalet och storleken av knölarna. En ackumulation av kolhydrater är nödvändig under stolonutvecklingen (utvecklingsstadium II och III) för att stimulera knölbildningen. Vattenbrist under dessa tillväxtperioder begränsar skörden genom en reduktion av knölantalet. Under knöltillväxten (utvecklingsstadium IV) så transporteras överskottet av kolhydrater till de snabbt svällande knölarna. Vattenbrist under denna

tillväxtperiod minskar produktionen av kolhydrater vilket resulterar i en begränsning av storleken på knölarna (Rowe, 1993).

Flera olika knölstörningar som minskar den säljbara varan är kopplade till för hög, för låg eller ojämn markfukt (se Tabell 1). En ojämn markfukt leder ofta till att knöltillväxten avbryts när det blir för torrt, när sedan tillväxten startar igen så får man växtsprickor på grund av en snabb tillväxt av den inre vävnaden av knölen. Man får också missformade knölar av olika slag beroende på när tillväxten varit avbruten (Rowe, 1993).

Tabell 1. Problem som kan uppstå vid för hög eller för låg markfukt (Rowe, 1993).

	För låg markfukt	För hög markfukt
Utvecklingsstadie I: Groning	Motverkar läkande av delat utsäde, vilket kan bidra till röta i utsädet.	Ökar formationen av jordklumpar under sättning. Bidrar till röta i utsädet.
Utvecklingsstadie II: Stolonbildning	Motverkar plantutveckling och försämrar tillgängligheten av näringsämnen. Kan ge torskada på bladspetsen.	Ökar packningsskador och jordklumpsformation vid jordbearbetning. Kan gynna infektion av vissnesjuka.
Utvecklingsstadie III: Knölbildning	Gynnar utvecklingen av grovskorv och ger missformade knölar.	Ger kalciumbrist vilket medför knölstörningar såsom ihållighet.
Utvecklingsstadie IV: Knöltillväxt	Gynnar utvecklingen av grovskorv. Kan leda till för tidigt nedvissnande och ökad infektionsrisk av torrfläckssjuka och vissnesjuka. Återkommande torra gynnar knölstörningar som t.ex. inre rostfläckighet, växtsprickor och missformningar.	Kan ge kväveläckage som gynnar torrfläckssjuka. Främjar frodig blast vilket gynnar torrfläckssjuka, potatisbladmögel, andra svampsjukdomar och bakterierötor. Kan ge knölstörningar som ihållighet.
Utvecklingsstadie V: Mognad	Torkar ut knölarna. Kan ge missfärgningar i naveländen.	Leder till förstörade lenticeller som gör det lätt för bakterie och blötrötor att infektera knölen. Gynnar utvecklingen av Pythiumröta och brunröta. Kan försena nedvissning och skalmognad.
Skörd	Ökar risken för blåmärken och torra jordklumpar som skadar knölarna vid upptagning.	Ökar risken för nagelmärken. Jord klibbar fast på knölarna vilket medför att det är svårare att separera knölarna från jorden. Kan gynna rötor i lagringen.

1.5 Reglering av markfukten under respektive utvecklingsperiod

Målet vid bevattning av potatis är att anpassa markfukten efter plantans behov under tillväxtperioden så att varken ett underskott eller ett överskott av vatten tillförs. Bevattningen skall anpassas efter utvecklingsstadiet plantan befinner sig i och bör därför regleras under plantans tillväxtperiod. En del grundläggande information om jorden såsom porstorleksfördelning och grundvattennivå måste dock klargöras innan detta kan bli möjligt. Utifrån dessa parametrar kan man beräkna fältkapacitet samt hur stor del som är tillgängligt för växten. Med hjälp av Anderssons evaporimeter får man reda på summan av evaporationen från markytan och hur mycket vatten som potatisplantan gör av med genom transpirationen. Utifrån dessa uppgifter kan man sedan styra sin bevattning under säsongen. Vidare finns det ett flertal bra hjälpmedel på marknaden för att kontrollera markfukten under tillväxtperioden t.ex., Time Domain Reflectometry- (TDR)-mätare och tensiometrar.

När man beskriver markfukten använder man sig normalt sett av en procentsats som beskriver hur stor del av det tillgängliga vattnet som finns kvar i rotzonen. Under första utvecklingsstadiet bör markfukten regleras så att omkring 70 % av det för växten tillgängliga vattnet finns i rotzonen. Detta ger goda förutsättningar för planteringen och bidrar till en bra miljö för utvecklingen av groddarna. Vid lägre markfukt bör bevattning ske innan sättning eftersom bevattning efter sättning kan orsaka problem med röttskador på sättknölen (Rowe, 1993).

Under andra utvecklingsstadiet, alltså från uppkomst till knölinitieringen bör markfukten ligga kring 75-85 %, dock lite lägre på sandiga jordar där risken för näringsläckage är stor (Harris, 1992).

Jorden skall hållas kring 80-90 % av det för växten tillgängliga vattnet under knölinitieringen. Detta gynnar knölbildningen och man får en mer småfallande skörd. Hög markfukt under denna period motverkar dessutom förekomsten av grovskorv effektivt (Linnér, 1984; Harris, 1992; Kang *et al*, 2003).

Potatisens största vattenbehov förekommer under fjärde tillväxtfasen, knöltillväxten. Under detta stadium bör markfukten hållas kring 80-90 % av det tillgängliga vattnet. Vattenstress under knöltillväxten påverkar framförallt skördenivån negativt men även kvalitén försämras

(Linnér, 1984; Harris, 1992; Rowe, 1993). Det bör dock tilläggas att det är mycket svårt och praktiskt nästan omöjligt att hålla så hög och jämn markfukt med konventionell spridarbevattning. Man skulle i praktiken behöva vattna var eller varannan dag vilket skulle medföra ökade problem med näringsläckage och svampsjukdomar så som torrfläcksjuka (*Alternaria solani*), bladmögel (*Phytophthora infestans*) samt andra rötter (NETAFIM, 2002). I försök som Linnér (1984) gjorde minskade totalskörden varje dag med 160 kg/ha om markfukten låg i intervallet 50-75 % av det för växten tillgängliga vattnet. Vid en uttorkning på 25-50 % reducerades skörden varje dag med 520 kg/ha.

Behovet av vatten minskar under sista utvecklingsstadiet, mognaden. Man kan då med fördel låta markfukten gå ner till 65 % för att gynna skalmognad. Högre markfukt kan leda till problem med förstörade andningshål och rötter så som *Pythium ultimum* och andra blötrötter under lagringsperioden. Om markfukten tillåts att gå lägre kan problem med jordknölar vid upptagningen uppstå på leriga jordar, vilket kan medföra mer mekaniska skador på knölar (Rowe, 1993).

1.6 Evapotranspiration i relation till skörd och markfukt

Kang *et al.*, (2004) har i sina försök visat att evapotranspiration, skörd och vattenutnyttjandegrad ökar med ökad bevattningsfrekvens. Detta tycks överensstämma väl med vad Harris (1992) beskrivit, att högre markfukt leder till minskat motstånd i jorden och därmed underlättar för potatisplantan att upprätthålla en hög transpiration. Den högsta skörden, bästa vattenutnyttjandegraden uppnåddes då fältet bevattnades en gång per dag, markvattnets tension var då ca 0,025 MPa. Dessa siffror stämmer väl överens med vad Linnér (1984) fann som optimala.

1.7 Droppbevattning

Droppbevattning har funnits på den svenska marknaden i över 30 år. Det har använts till bland annat rabatter och gräsytor samt odling av grönsaker på friland och i växthus. Den relativt höga anläggningskostnaden för droppbevattning har begränsat användningen av systemet till ekonomiskt värdefulla grödor såsom jordgubbar, tomater och gurkor. På senare år har nya billigare tunnväggiga droppslangar utvecklats vilket gjort marknaden för droppbevattning bredare.

Sedan några år tillbaka har ännu en ny variant på droppslangssystem kommit ut på marknaden. Systemet kallas för LPS (Low Pressure System) och arbetar under lägre tryck och flöde. Systemet bygger på att man har god vattenkvalité och icke kuperad mark. Med LPS systemet kan man köra bevattningen under en längre tid och därmed öka tillgången på vatten och näring (om det tillförs i droppslangen). Försök har även visat att problemen med saltansamlingar i jorden minskar. Slangen är fortfarande ny på marknaden och det har inte gjorts så många försök ännu, men de som gjorts har påvisat skördeökningar på omkring 15 % i jämförelse med konventionella droppbevattningssystem (Dinar, 2005).

Forskningsresultat från bland annat Danmark har påvisat en minskad vattenförbrukning på upp till 50 % i potatisodling på grund av en minskad avdunstning och ytavrinning (Plauborg, 2004). Eftersom jorden fuktas upp långsamt och hålls fuktig gynnas strukturen samtidigt som problemen med jorderosion minskar. Genom långsam bevattning och låga tryck kan små och energisnåla pumpar användas så att man på ett arbetseffektivt sätt kan vattna små mängder ofta.

Anläggningen kan enkelt förses med en göseldoserare för tillförsel av växtnäring. Plantorna kan då förses med näring vid rätt tidpunkt i rätt mängd vilket skulle leda till en minskad näringsåtgång med omkring 10 %.

Eftersom inte blästen blöts upp vid bevattningen minskar också problemen med bladsvampar under den tidigare delen av blastutvecklingen. Den ekologiskt odlade arealen har därför ökat i länder där droppbevattning används. Även problemen med ogräs minskas då radmellanrummen inte blöts upp (NETAFIM, 2002).

1.8 Ramdirektivet för vatten

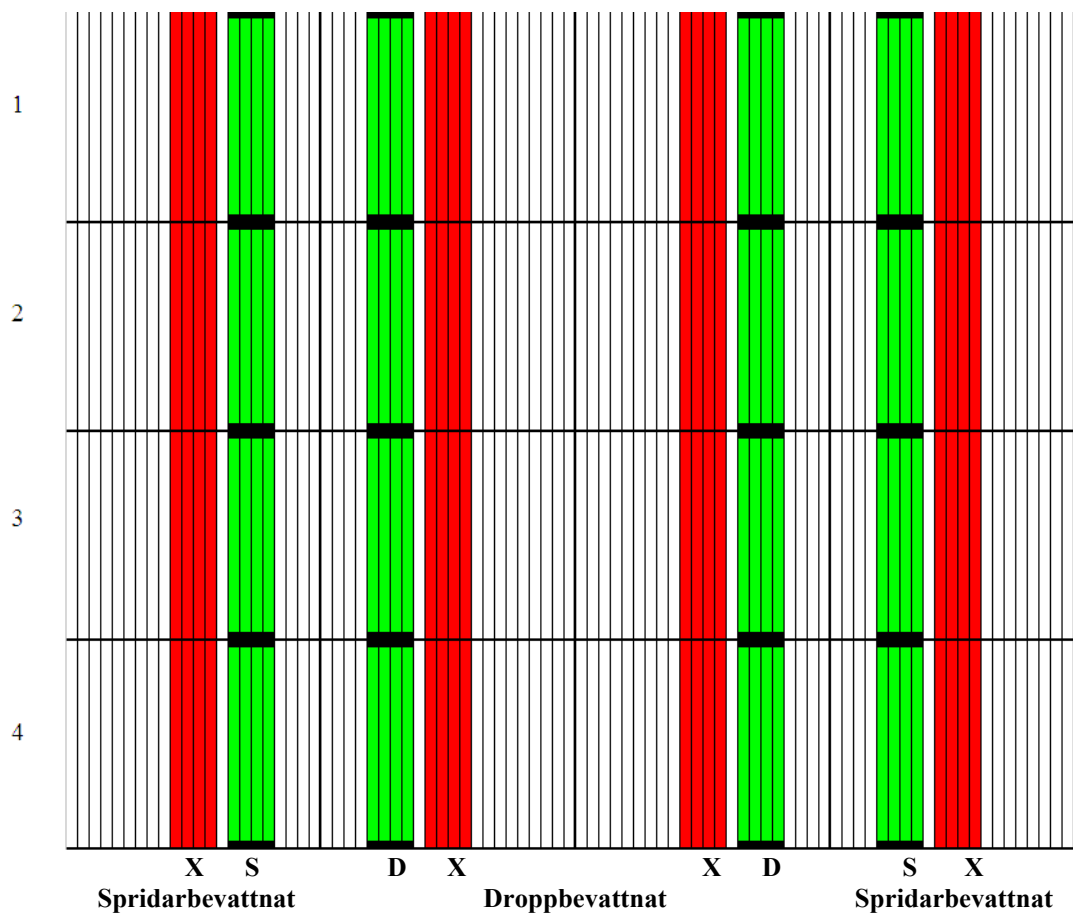
EU har genom Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder på vattenpolitikens område skapat ett gemensamt regelverk för vattenpolitiken. Enligt direktivet skall medlemsstaterna genomföra en rad åtgärder för att tillförsäkra en god vattenstatus inom hela unionen. Enligt artikel 9 i direktivet skall medlemsstaterna se till att prispolitiken för vatten ger incitament till en effektiv användning av vattenresurserna och att den därigenom bidrar till att de miljömål som anges i direktivet uppfylls (Europaparlamentet, 2000). Industri, hushåll och jordbruk skall enligt direktivet

betala en skälig del av de fulla kostnaderna för uttag av vatten. Tanken är att användaren eller förorenaren av ett vatten via ett avgiftssystem i framtiden skall täcka samhällets kostnader för vattenuttaget enligt principen att förorenaren betalar (Carlsson *et al.*, 2002). Hur stora kostnaderna kommer att bli för uttag av vatten är fortfarande oklart. Det är heller inte klart om det kommer att handla om en avgift eller en skatt. Det är dock klart att Sveriges regering år 2009 skall ha tagit fram ett beslut på hur kostnaderna skall täckas (Sandin, 2005).

2 Material och metoder

2.1 Försöksplan

Försöket lades upp som ett enkelt blockförsök med endast en sorts potatis, Ditta. Men försöksrutorna kunde inte randomiseras av försökstekniska skäl. Två olika bevattningstekniker användes, spridarbevattning och droppbevattning. Försöket lades upp enligt den plan som redovisas nedan i Figur 2.



Figur 2. Skiss över försöksfältet. Områdena som är markerade **X** visar sprutspåren, **D** står för droppbevattnat led och **S** för spridarbevattnat led. Mellan försöksrutorna lämnades 2m utan potatis för att underlätta upptagningen.

För att försöket skulle kunna skötas rationellt med de maskiner som fanns tillgängliga på gården låg provtagningsytan i en större försöksruta. Försöket bestod av fyra parceller i åtta block. Varje provruta var 20 m lång och 1,6 m bred (2 rader). Hela försöket var 121 m långt och 72 m brett. I varje försöksruta sattes även några rader med Fontane, som är en bintjelliknande sort. Fontanen kommer inte att behandlas statistiskt men jämföras mot Dittans egenskaper så som storleksfördelning, avkastning och kvalitet.

På grund av yttre faktorer tvingades delar av försöket tas bort vid sammanställningen. Under försöksperioden låg markfukten onaturligt högt på den södra delen vilket resulterade i avvikande värden. Resultaten tyder på att vatten stigit kapillärt underifrån vilket bekräftas av mätningar gjorda med TDR mätaren. Till det finns det bara två möjliga förklaringar, den ena är att grundvattennivån kanske ligger grundare i det södra partiet och den andra förklaringen är att den angränsande bevattningsdammen kan ha läckt. Bevattningsdammen har tidigare fått tätas med gummimattor p.g.a. problem med läckage. Detta skulle då kunna förklara skillnaden som finns mellan de två droppbevattnade leden som fått identiskt med vatten. Det droppbevattnade ledet som låg närmast dammen gav 12 % lägre skörd jämfört med det andra droppbevattnade ledet, vilket kan tyda på att det fått för mycket vatten. Trots att behandlingen i de spridarbevattnade leden var identiska så var det signifikant ($p=0,042$) skillnad mellan dem. Detta stärker vår teori att den södra delen av försöket fått vatten från annat håll.

2.2 Beskrivning av försöket

2.2.1 Analyser

Jordprover togs innan sättnings, dessa innefattade jordartsbestämning, siktkurva, mullhalt samt fullständig näringsanalys. SMAK (Svensk Matpotatis Kontroll) har som en oberoende instans utfört yttre och inre analyser av knölna. Plantans utveckling följdes under växtperioden genom regelbundna provgrävningar.

2.2.2 Jordbearbetning

Hela försöksfältet vårplöjdes den 8 april, efter plöjning kupfrästes fältet den 6 maj för att underlätta sättningen och få en klumpfri och lucker jordstruktur.

2.2.3 Sättning, gödsling och slangläggning

Potatisfältet sattes den 8 maj med en tvåradig potatissättare med förbetat utsäde. Gödsling gjordes i samband med sättningen med en frontmonterad radmyllare. Potatisen sattes med 0,8 m radmellanrum med ett sättavstånd på 20 cm. Hela gödselgivan lades vid sättning och anpassades efter jordanalys och rekommendation från Weibulls. Ditta är en lågkvävesort och därför lades endast 90 kg N/ha.

Droppslangen kupades in i drillen efter sättaren (se Figur 3). Konstruktionen för nedläggningen var mycket enkel och själva nedläggningen av slangen gick bättre än förväntat. Droppslangen kupades in 5 cm under drillens topp och sättknölen sattes 15 cm under droppbevattningsslangen. De två gödningssträngarna var placerad 5 cm under sättdjupet med ett avstånd på 15 cm till sättknölna (se Figur 4).



Figur 3. Här läggs slangen, gödningen och sättknölen ner i drillen, gödningen lades med en frontmonterad radmyllare, ej synlig på bilden.



Figur 4. Här visas hur droppslangen och gödningen ligger i drillen i förhållande till sättknölen.

I detta försök har en droppslang som kallas Streamline använts (Figur 5). Streamline är en tunnväggig droppslang med ingjutna labyrintmunstycken och klaffventiler. Ventilerna gör att droppställena hålls stängda under ut- och inrullning och förhindrar dessutom



Figur 5. Bild på en Streamline droppslang och droppställe (Waterboys, 2002).

att rötter tränger in i slangen. Droppslangen finns i olika utföranden men till detta försök användes en slang där droppställena var placerade 30 cm från varandra och hade ett flöde på 3,5L/meter/timme. Tillverkare för slangen är NETAFIM (Waterboys, 2002)

2.2.4 Bevattning

Innan bevattningen inleddes togs jordprov för att fastställa fältkapaciteten. Resultaten från proven jämfördes med likartade jordar och vissningsgränsen uppskattades. Eftersom jorden kupfrästes antogs jorden vara homogen i rotzonen. Totalt höll rotzonen som är ca 30 cm djup ungefär 75 mm vatten. 10 % av det uppskattades med hänsyn till ler och mullhalt vara otillgängligt för växten.

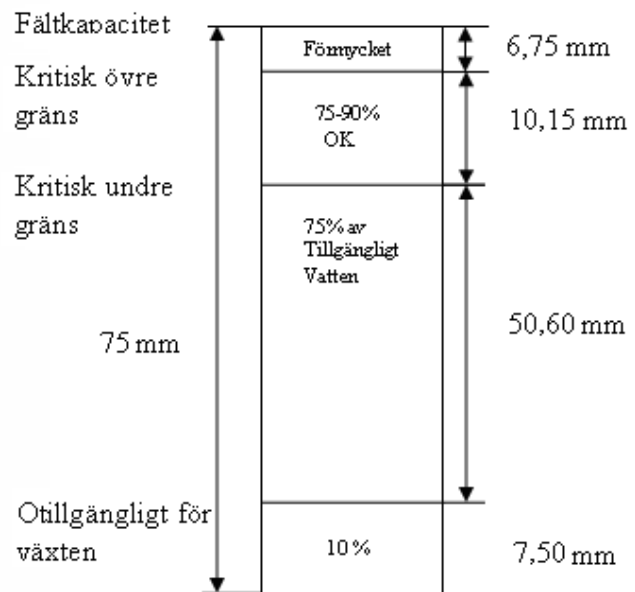
Som Figur 6 visar så är intervallet mellan det undre och det övre kritiska gränsvärdet litet, vilket ställer stora krav på precisionsbevattning.

Markfukten i det droppbevattnade

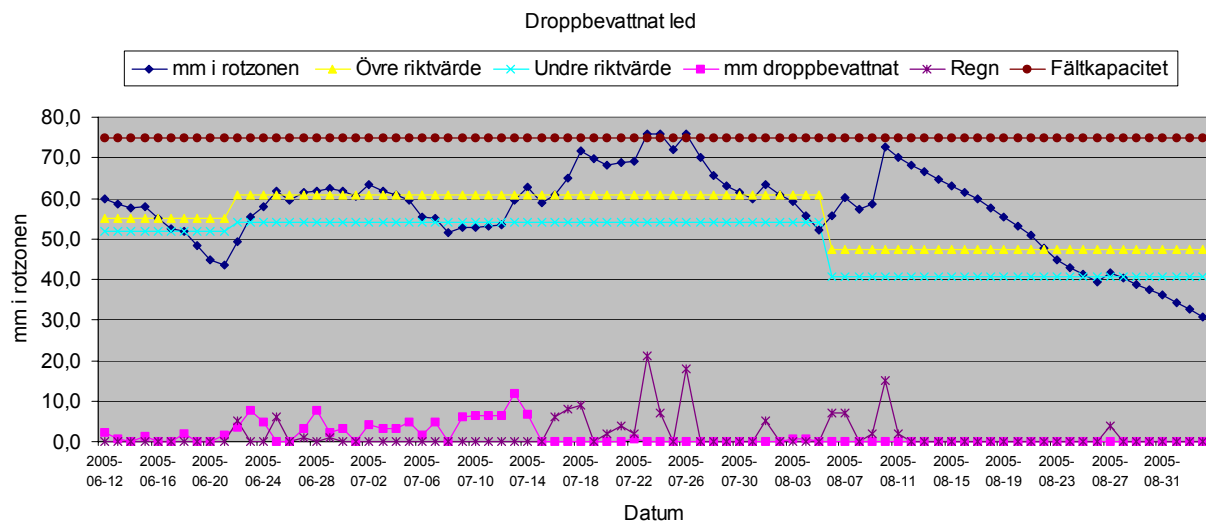
ledet reglerades efter de

rekommendationer som litteraturstudien visar (se avsnitt 1.2). För att kunna hålla önskvärd markfukt användes Anderssons evaporimeter och TDR-mätare samt ett antal regnmätare.

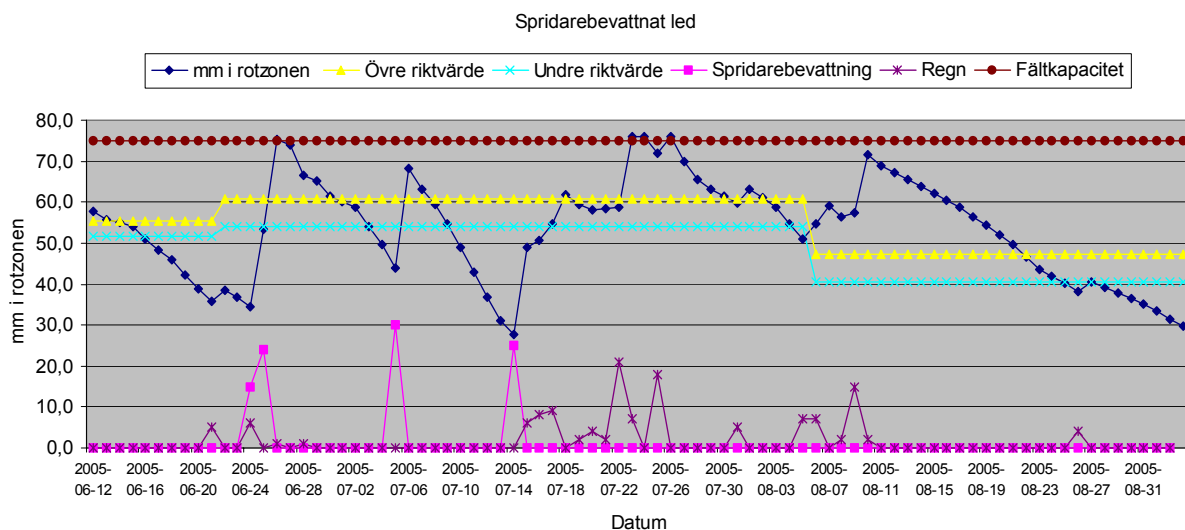
Även de spridarbevattnade ledet följdes med TDR- mätare och regnmätare, men bevattnades på traditionellt vis (20-30 mm var 7-10 dag) av lantbrukaren. Då avläsningarna och bevattningen inleddes uppmättes rotzonens vattenförråd till 61.2 mm därefter bevattnades de två leden som tidigare beskrivits. Nedan visas diagram om hur markfukten ändrade sig under växtsäsongen i de båda leden Figur 7 och 8.



Figur 6. Bilden visar distributionen av vatten i rotzonen som enligt litteraturen ligger kring 30 cm för potatis. Ritningen är anpassad efter jorden på försöksplatsen.



Figur 7. Hur markfukten ändrat sig under växstsäsongen beroende på bevattning, avdunstning och regn visar mm i rotzonen. Övre och undre riktvärde visar rekommenderad markfukt i respektive utvecklingsstadium. mm droppbevattnat visar hur mycket vatten som tillförts försöket per dag. Regn är den nederbörd som fallit under försöksperioden. Den övre markeringen visar fältkapaciteten.



Figur 8. Hur markfukten ändrat sig under växstsäsongen beroende på bevattning, avdunstning och regn mm i rotzonen. Övre och undre riktvärde visar rekommenderad markfukt i respektive utvecklingsstadium. Spridarebevattning visar hur mycket vatten som tillförts försöket per dag i mm. Regn är den nederbörd som fallit under försöksperioden. Den övre markeringen visar fältkapaciteten.

Som diagrammen visar har markfukten i det droppbevattnade ledet reglerats så att den bättre överensstämmer med de riktlinjer som satts upp. Detta borde enligt litteraturen ge en mer småfallande potatis samt en större andel säljbar vara.

2.2.5 Kupning

Försöksfältet kupades en gång den 23 juni, strax innan blasten täckte raderna. Det var planerat att kupa två gånger men det passade inte ihop med en behandling som gjordes med herbiciden Titus mot fettistel den 16 juni.

2.2.6 Växtskyddsåtgärder

Alla växtskyddsbehandlingar utfördes

likvärdigt på de båda leden av

lantbrukaren Sten Wikström som

varit verksam som potatisodlare i

över 30 år. Bekämpningarna

utfördes enl. Tabell 2.

Bekämpningen av ogräs och

bladsvampar har utförts

exemplariskt av lantbrukaren.

Inget bladmögel har hittats i några

av leden. Stritfällor var uppsatta

för att uppskatta inflygningen av

stritar, men bekämpningströskeln

uppnåddes aldrig.

Tabell 2. Lista på bekämpningar, bekämpningsmedel och bladgödslingar som utförts under växtsäsongen.

Datum	Behandling	Preparat	Anmärkning
30-maj	Ogräs	Sencor Fenix Spotlight Olja Boxer	Mycket nattskatta
16-jun	Ogräs	Titus	Fettistel
22-jun	Bladmögel	Shirlan	Plus bor, mangan
30-jun	Bladmögel	Shirlan	Plus mangan
11-jul	Bladmögel	Shirlan	Plus mangan
22-jul	Bladmögel	Epok	
04-aug	Bladmögel	Shirlan	
	Alternaria	Amistar	

2.2.7 Blastdödning

För att kunna styra storleken och få önskad kokkvalité på knölarna blastdödas potatisplantan, i storskaliga odlingar så görs det mekaniskt och/eller kemiskt, på så vis får man en jämn avmognad vid rätt tidpunkt. Blastdödningen gjordes den 12 augusti när knölarna nått önskvärd kokkvalitet vilket bestämdes med hjälp av provkokning. Fältet blastkrossades och sprutades sedan med blastdödningsmedlet Spotlight samma dag, men plantorna började växa om så det gjordes ytterligare en behandling den 20 augusti med blastdödningsmedlet Reglone.

2.2.8 Upptagning

Upptagning skedde den 3 september, 22 dagar efter blastdödning då potatisen fått ett tillräckligt starkt skal. Upptagningen gjordes med en enradig färskpotatisupptagare för att uppnå en så skonsam hantering som möjligt. Den största skillnaden vid upptagning var att den spridarbevattnade potatisen höll sämre i skalet.

Drillarna upplevdes fastare i det droppbevattnade ledet.



Figur 9. Här tas droppslangen och potatisen upp. Slangen trädde igenom maskinen och fästes efter upptagaren.

Att få upp droppbevattningsslangarna ur drillarna var inget problem, slangen drogs igenom maskinen och fästes, se Figur 9. I andra länder används hydrauliska upprullare.

2.2.9 Temperatur och nederbörd under försöksperioden

Rent allmänt var vädret under tillväxtperioden ganska normalt. Från sättnings till uppkomst kom det 46 mm regn. Detta följdes av ett par veckor med fint sommarväder och 12 mm nederbörd. Från den 1 juli fram till den 15 juli var det extremt varmt 25-30°C och sol. Den genomsnittliga evapotranspirationen under denna period var 4,9 mm per dag. Efter den 15 juli var vädret växlande och det kom rikligt med regn, se Figur 7 och 8.

2.2.10 Statistisk analys

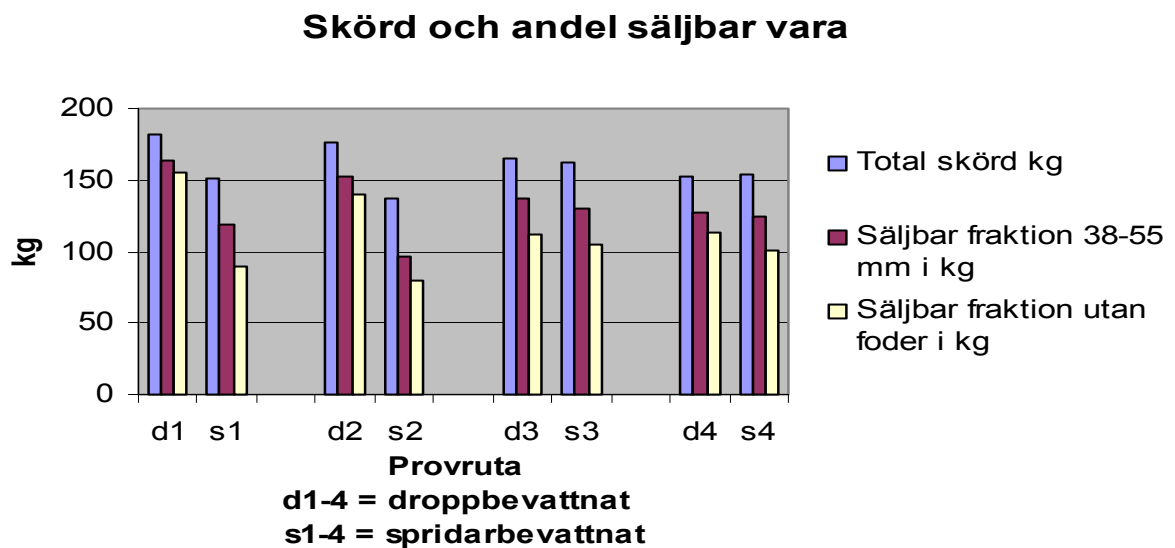
Den statistiska analysen har gjorts i Minitab, där ett parat T-test har utförts. Testen har utförts på signifikansnivån 5 %.

3 Resultat

3.1 Skörd och andel säljbar vara

Den totala skörden var i medeltal 11 % högre i det droppbevattnade ledet och den säljbara fraktionen, dvs. storleken mellan 38 och 55mm, var 20 % högre. Vidare så minskade andelen

foder i det droppbevattnade ledet så att den totala säljbara varan i medeltal blev 28 % högre än hos det spridarbevattnade (se Figur 10).

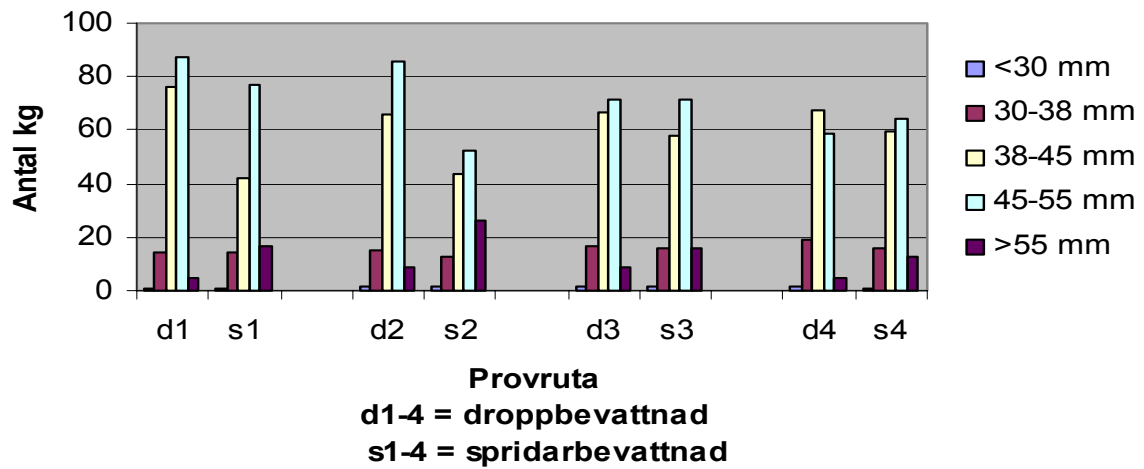


Figur 10. Total skörd kg visar skillnaden i skörd mellan de olika behandlingarna samt de fyra repetitionerna (1-4). Säljbar fraktion 38-55 mm visar antal kg som blev kvar efter det att de svårsålda fraktionerna under 38 och över 55 är bortsorterade. I den säljbara fraktionen utan foder i kg har foderpotatisen (potatis som kastas p.g.a. bristfällig kvalitet) tagits bort.

3.2 Storleksfördelning

Storleksfördelningen blev mer småfallande i det droppbevattnade ledet. Som figur 11 visar gav samtliga repetitioner (1-4) en större andel potatis i fraktionen större än 55 mm i det spridarbevattnade ledet. I medeltal gav det droppbevattnade ledet 62 % mindre potatis i fraktionen större än 55 mm jämfört med det spridarbevattnade ledet. Denna fraktion skilde sig signifikant ($p = 0,021$). De övriga fraktionerna gav mer skörd i det droppbevattnade ledet, största ökningen blev det i fraktionen 38-45 där det droppbevattnade ledet gav 36 % mer än det spridarbevattnade (se Figur 11).

Storleksfördelning



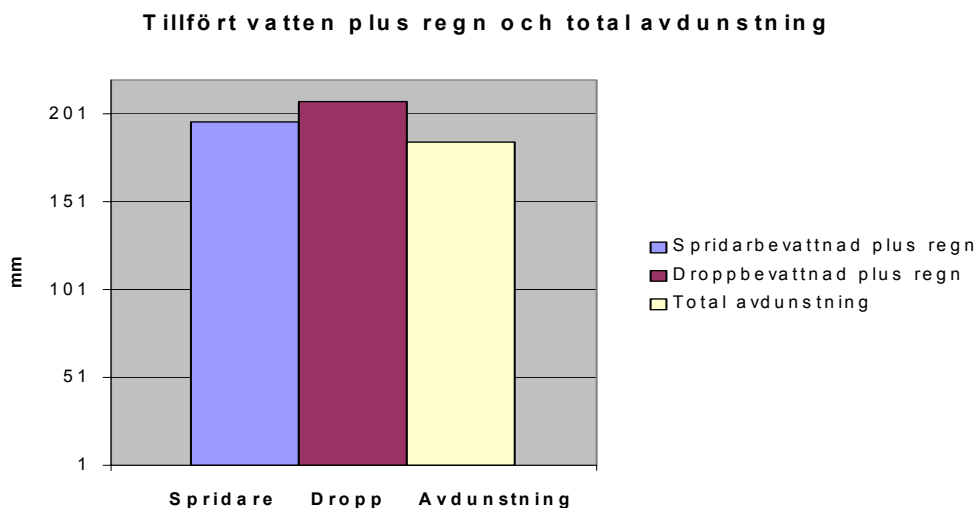
Figur 11. Diagrammet visar hur storleksfördelningen skiljer sig i de båda leden.

3.3 Visuellt intryck och inre egenskaper

De inre egenskaperna skilde sig inte mellan de olika leden, båda leden hade goda kokegenskaper enligt SMAK:s analys. Anmärkningar på skalmissfärgning finns endast i det spridarbevattnade ledet så det visuella intrycket är bättre i det droppbevattnade ledet. Droppbevattningen har givit slätare potatis.

3.4 Vattenåtgång

Vattenåtgången i de båda leden skiljde sig inte nämnvärt åt. Det spridarbevattade ledet bevattades med 94 mm och det droppbevattnade med 106. Avdunstningen hamnade totalt på 185 mm med ett genomsnittligt värde på 3,3 mm per dag (se Figur 12).



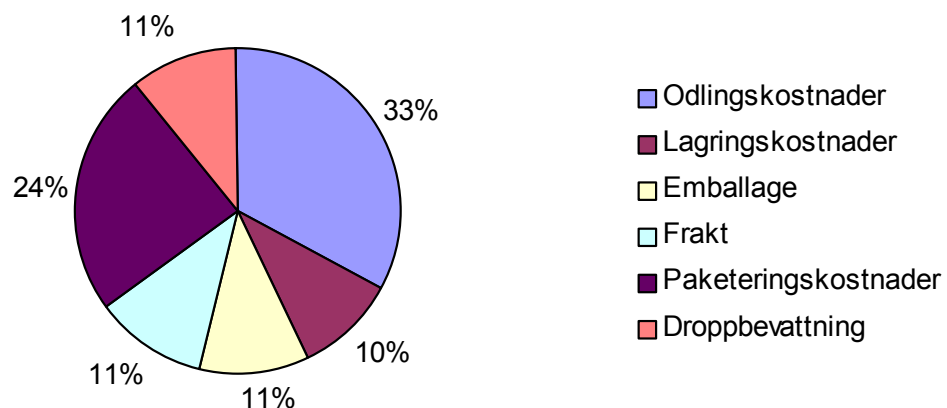
Figur 12 Visar skillnaden mellan mängden tillfört vatten i de båda leden, samt avdunstningen under försöksperioden.

3.5 Ekonomi

Den stora frågan när det gäller droppbevattning i kvalitetspotatis är och har alltid varit – Är det lönsamt? För att få ett grepp om den kostnadsmässiga rimligheten i droppbevattning kommer här en diskussion i ämnet. Kraven på bra kvalitet har sedan Sverige gick med i EU ökat, detta på grund av att den ökande importen som gör det svårare att sälja potatis av dålig kvalitet. Bra kvalitet medför bättre försäljningsmöjligheter och bättre pris och förhoppningsvis nöjda kunder.

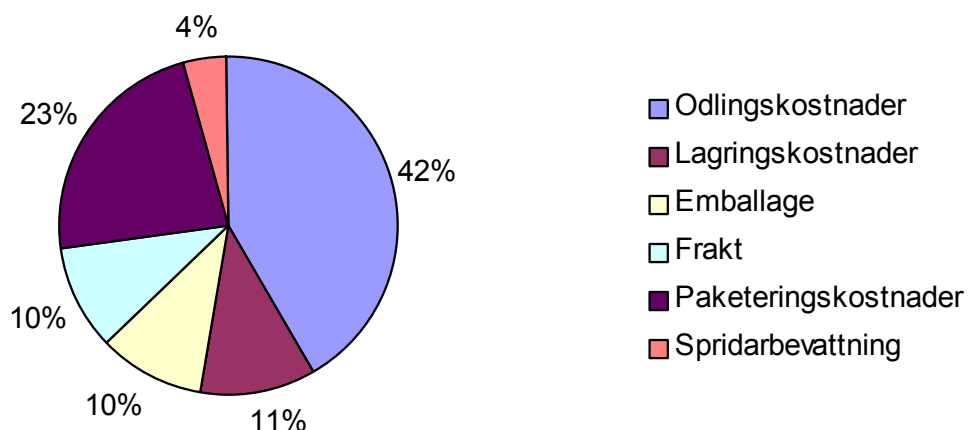
Hög kvalitet är inte bara viktigt ur försäljningssynpunkt utan bidrar också till att sänka paketeringskostnaderna eftersom det blir mindre foderpotatis att plocka ur. Genom att minska andelen foder i partiet minskas även lagringskostnaderna då lagerhusen utnyttjas bättre. En större andel säljbar vara gör att odlingskostnaderna fördelas på fler antal kg och blir lägre. Detta är något som diskuteras mycket inom IP-odlingen där målet är att producera så lite avfall som möjligt och att inte slösa på de resurser man har. Det är inte i längden hållbart att producera produkter som sedan tvingas slängas på grund av en bristfällig kvalitet. Figur 13-14 visar hur kostnaden för produktionen av ett kg potatis är fördelad och hur den i detta försök skiljde sig mellan det droppbevattnade och det spridarbevattnade ledet.

Procentuell kostnad per kg potatis vid användning av Droppbevattning



Figur 13 Diagrammet visar hur stor del av den totala kostnaden för att producera ett kg färdig vara som Droppbevattning bidrar med.

Procentuell kostnad per kg potatis vid användning av Spridarbevattning

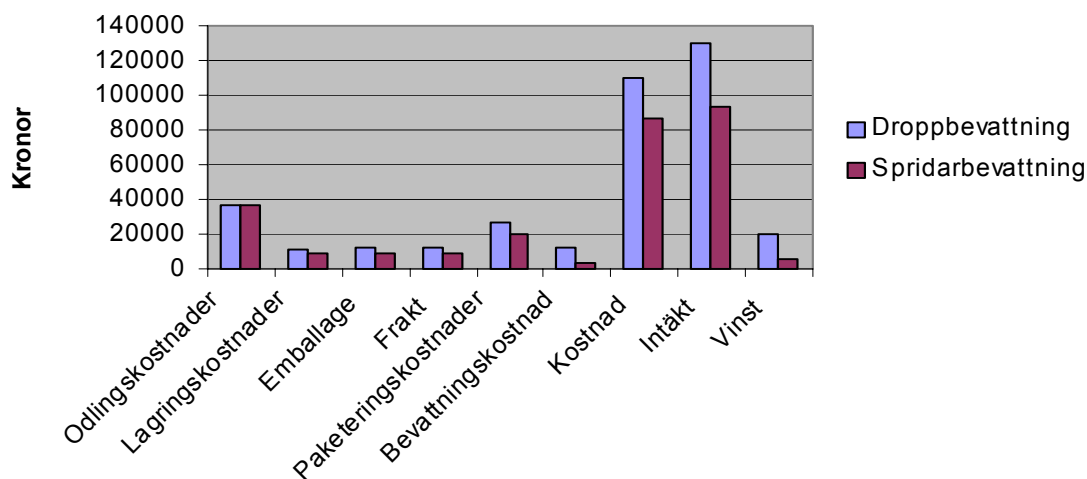


Figur 14 Diagrammet visar hur stor del av den totala kostnaden för att producera ett kg färdig vara som Spridarbevattning bidrar med.

Procentuellt minskar inte lagring och paketeringskostnader vid användning av droppbevattning beroende på att den totala kostnaden för att producera ett kg färdig vara också minskar.

Man kan i grova drag säga att droppbevattning kostar 8000 kr mer per hektar i jämförelse med konventionell bevattning vilket motsvarar ca 20 öre/kg potatis vid en skörd av 40 ton/ha. Ofta när man pratar om lönsamhet för en behandling tar man upp vad behandlingen kostar

Kostnads kalkyl per ha



Figur 15 Visar skillnader mellan kostnader och intäkter för droppbevattning i jämförelse med spridarbevattning.

och

vilken merskörd den ger. Det är dock mindre intressant att spekulera om vilken skördeökning som skall till för att täcka den större kostnaden som droppbevattning innebär. Om det är kvantitet man vill få fram är det förmodligen billigare att odla en större areal än att investera i ett droppbevattningssystem. I stället bör man fokusera på vilken kvalitetsförbättring behandlingen innebär och hur stor del av skörden som faktiskt går att sälja till ett rimligt pris. Det bör dock tilläggas att bra kvalité inte sällan hänger ihop med hög skörd. Då man gödslar och vattnat på ett adekvat sätt blir ofta kvalitén bra och skörden hög. Figur 15 visar hur lönsamheten skiljer sig åt beroende på de kvalitets- och skördeskillnader som uppnåtts i detta försök.

Odlingskostnaderna för de båda leden inkluderar inte bevattningskostnaderna och är därför identiska. Kostnaderna för lagring, emballage, frakt, paketering är högre för det droppbevattnade ledet vilket beror på att en större kvantitet hanteras. En hög och jämn markfukt gav en större andel säljbar vara och intäkterna och vinsten blev därmed högre. Dessa siffror gäller dock endast för detta år och denna växtplats. Fler försök måste göras under andra förhållanden för att fastställa om droppbevattning är ett lämpligt hjälpmedel för att reglera markfukten.

Droppbevattning innebär att man kan bevattna med mindre energikrävande bevattningspumpar vilket gör att energikostnaden minskar i jämförelse med storspridarebevattning. Energiförbrukningen för bevattning i potatis är dock ganska låg i sammanhanget och kan med dagens energipriser negligeras.

4. Diskussion

De samlade resultatvärdena tyder på att droppbevattning är fullt möjligt och ekonomiskt försvarbart att använda vid odling av kvalitetspotatis. Resultaten överensstämmer väl med de försök som tidigare gjorts. En hög och jämn markfukt ger en mer småfallande potatis samt en större andel säljbar vara (Linnér, 1984; Sylegård, 1996 och Jespersson, 2001). Sorten Fontane som också var med i försöket visar samma tendenser som Dittan när det gäller storleksfördelning, skördeökning och total säljbar vara.

Andelen grönfärgade potatisar skiljde sig inte åt i vårt försök mellan de olika leden som tidigare försök påvisat. Anledningen till detta är troligen att den jordtyp (grovmo) som fältet bestod av inte är speciellt känslig för vatten och vinderosion samt att vattenhalten i jorden under den senare delen av växtperioden var relativt hög.

Anledningen till att potatisen i det spridarbevattnade ledet fick anmärkningar på skalmisfärgning i SMAK-analysen berodde med stor sannolikhet på att skalet höll sämre under upptagningen. Delar av skalet lossnade då, vilket orsakade mörkare fläckar på potatisen.

I SMAK:s analys fanns det anmärkningar på rostfläckighet, det förekommer i båda leden och kommer inte att belasta den totala säljbara varan i utvärderingen p.g.a. att det är bundet till sort och växtplats. Mekaniska skador behandlades inte i utvärderingen då inga samband mellan behandling och skadefrekvens hittades. Vidare var potatisupptagaren igång olika länge under rengöringen mellan försöksrutorna vilket kan ha bidragit till varierande mekaniska skador på potatisen. Larvskador behandlades inte p.g.a. att de förekommer utspritt och inte har något samband med de olika bevattningsteknikerna.

Någon skillnad i vattenåtgång mellan det spridarbevattnade och det droppbevattnade ledet kunde inte uppskattas. För att det skulle vara möjligt, skulle försöket inte ha styrts efter evapotranspirationen utan efter markfukten och båda leden skulle dessutom ha vattnats inom ett förutbestämt intervall. Problemet är då att skördenivån och kvaliteten skulle ha blivit densamma. Men trots att den totala vattenmängden som tillfördes under säsongen i de båda leden i stort sett var den samma, var det spridarbevattnade ledet ofta torrare än det droppbevattnade, vilket tyder på bättre vattenutnyttjande till fördel för det droppbevattnade ledet.

Skördenivåerna skiljde mycket mellan de olika försöksrutorna. Anledningen till detta kan vi endast spekulera om. Rent praktiska anledningar skulle kunna vara sättnings eller gödningsmissar. Trots att nytt betat utsäde köptes in samt att sättningen utfördes sent då jorden värmts upp förekom groddbränna (*Rhizoctonia solani*) i ganska stor utsträckning. Detta kan mycket väl vara en bidragande faktor till de stora skördeskillnaderna. Det bör dock nämnas att samspelet mellan plantor och jordfaunan är mycket komplext och att man än idag

inte namngett mer än ca 5 % av de mikroorganismer som finns i jorden. Det är därmed mycket som pågår i jorden som vi inte kan förklara.

En annan förklaring skulle kunna vara att jordens vattenhållande förmåga skiljer sig åt i fältet, jordanalyserna som togs baserades på ganska få provtagningar eftersom budgeten för projektet var begränsad.

Arbetsbehovet är lägre för droppbevattning än för spridarbevattning då systemet är inkört (Plauborg, 2004). Det kräver dock för tillfället mer arbetskraft vid nedläggningen av slangen, men redskap är på gång ut på marknaden som gör det möjligt att lägga ner slangen utan extra arbetsinsatser. Under skörden då slangarna skall lindas upp krävs mer arbetskraft, men även detta led håller på att effektiviseras. Det som är positivt för droppbevattningen är att arbetsbehovet minskar under högsommaren då många vill ha semester. Då kan bevattningen skötas per automatik med endast en viss tillsyn.

Droppbevattning är även intressant ur miljösynpunkt med tanke på att näringen kan tillföras i droppslangarna och därmed anpassas efter potatisplantans behov, vilket skulle kunna innebära ett minskat näringsläckage. Även det faktum att markfukten hålls jämn och att inget överskott av vatten tillförs bidrar till att näringsläckaget minskas (Linnér, 1984; King & Stark, 1997; Attalah, 2003). Det skulle även vara intressant att undersöka om droppbevattning kan minska problemet med bladmögel då blasten inte blöts upp under bevattningen.

Eftersom användningen av droppbevattning i potatis har ökat de senaste åren i övriga Europa finns det anledning att tro att Sverige kommer att gå samma framtid tillmötes. Detta på grund av de ökande kraven från konsumenterna på hög kvalité och de stränga kraven från myndigheter att kväve- och fosforläckagen skall minskas. Även det faktum att all vattenanvändning inom en överskådlig framtid kommer att bli avgiftsbelagd enligt EU:s vattendirektiv, gör droppbevattning till ett intressant framtida alternativ till konventionella bevattningsmetoder.

5. Referenser

Böcker och tidskrifter

Atallah, T., Chronak A., Hajhasan S., Darwish T. (2003). Management of nitrogen by fertigation of potato in Lebanon. *Nutrient Cycling in Agroecosystems* Vol. 67 ss. 1–11.

Bodin, B. (1983). Utvecklingsförlopp och kvalitetsetablering hos potatis. Institutionen för växtodling, Sveriges Lantbruksuniversitet, Rapport 125, Uppsala.

Bodin, B. och Svensson, B. (1996). *Potatis och potatisproduktion*. Institutionen för växtodlingslära, Sveriges Lantbruksuniversitet, Uppsala. 127 s.

Boujelben, A och M'barek, K., (1997) Potato crop response to drip irrigation system *Acta Hort*, artikel 449:241-244.

Europaparlamentet (2000). Europaparlamentets och rådets direktiv 2000/60/EG. Europeiska gemenskapernas officiella tidning. L327/1

Gandar, P.W. och Tanner, CB. (1976). Leaf growth, tuber growth and water potential in potatoes. *Crop Sci.*, 16:534-8.

Harris, P.M. (1992). *The Potato Crop: The scientific basis for improvement*. Second edition. Chapman & Hall, London. 909 s.

Heuer, B. och Nadler, A. (1998). Physiological response of potato plants to soil salinity and water deficit. *Plant sci.* 137: 43-51.

Kang, Y., Nishiyama, S. och Yaohu, K. (2003). Effects of different irrigation regimes on the growth and yield of drip-irrigated potato. *Agricultural Water management*, Vol. 63 s.153-167

Kang, Y., Wang, F.X., Liu, H.J. och Yuan, B.Z. (2004). Potato evapotranspiration and yield under different drip irrigation regimes. *Irrig Sci.* Vol. 23, s. 133-143.

Linnér, H. (1984). Markfuktens inflyttande på evapotranspiration, tillväxt, näringsupptagning, avkastning och kvalitet hos potatis (*Solanum Tuberosum L*), Institutionen för markvetenskap, Sveriges Lantbruksuniversitet, Rapport 142, Uppsala. 153 s.

NETAFIM (2005). Netafim Internal Agricultural Review. Netafim (A.C.S) Ltd. 18 April 2005. 15 pp
Plauborg, F. (2004) Er drypvanding og fertigation til kartofler fremtidens dyrkningssystem? Kartoffel-temadag Jyndeved Forsøksstation 10. august 2004. ss. 1-8

Rowe, R.C. (1993). *Potato Health Management*. The American Phytopathological Society, Minnesota, USA. 178 s.

Sylegård, S. (1996). Är droppbevattning ett alternativ i potatisodlingen? *Potatisodlaren nr 4* 1996. ss. 30-32

Taiz, L. och Zeiger, E. (2002). *Plant physiology*, uppl. 3., Sinauer Associates, Inc., Publishers, Sunderland. 690 s.

Elektroniska källor

Carlsson, M., Ejhed, H., Sternbeck, J. (2002). Avgifter på utsläpp till vatten i Sverige. <<http://www.ivl.se/rapporter/pdf/B1496.pdf>> [hämtad 20060531]

King, B.A. och Stark, J.C. (1997). Potato irrigation management. Finns på university of Idaho <<http://www.info.ag.uidaho.edu/resources/PDFs/BUL0789.pdf>> [hämtad 20050428]

NETAFIM (2002). Growing potatoes under drip irrigation. Finns på NETAFIM <http://www.netafim.com/Business_Divisions/Agriculture/New_Trends/Growing_Potatoes_Under_Drip_Irrigation/> [hämtad 20050511]
Waterboys (2002) Droppbevattning <http://www.waterboys.se/catalogue/droppbev.pdf> [hämtad 20050811]

Wowchuk, R. (2004). *Botany of the Potato Plant*. Finns på <<http://www.gov.mb.ca/agriculture/crops/potatoes/bda04s02.html>> [hämtad 20050516]

Personliga kontakter

Dinar, M. (2005) Dr. Menahem Dinar rådgivare på NETAFIM. E-mail (menahem.dinar@netafim.com) [E-mail kontakt 050515]

Jespersson, M. O. (2005). Miljöansvarig, Foodmark Sweden AB.
[intervjuad den 050324].

Sandin, H. (2005). Rådgivare och expert inom växtnäring för Statens jordbruksverk.
[Intervjuad 050520].