

3.4.7.1 Isoleringar, patogenbestämningar och patogenitetstester

Tahsein Amein och Berndt Gerhardson, SLU

Problem och utgångspunkter

En rad växtsjukdomar och skadedjur ger produktionsförluster i sockerbeta och ekonomiskt svarar de jordburna svampsjukdomarna för en stor del av förlusterna (Buchholtz, 1938; Jacobsen et al., 2000; Kiewnick et al., 2001; Rush & Winter, 1990; Harverson & Rush, 1998; Weiland & Sundsbak, 2000). De orsakar förluster av plantor såväl som direkta skördenedsättningar och minskad sockerhalt på de plantor som finns kvar. Patogener av svampsläktena *Pythium*, *Aphanomyces*, *Rhizoctonia*, *Fusarium* och *Phytophthora* tillsammans med de specifika arterna *Polymyxa betae* och *Sclerotinia minor* är mer eller mindre allestädes närvarande i våra odlingsjordar och har också beskrivits i en omfattande litteratur (Coons & Stewart, 1927; Buchholtz, 1944; Warren, 1948; Byford, 1972; Carol & Arthur, 1998; Dunne et al., 1998; Holmes et al., 1998; Engelkes & Windels, 1996; Brantner & Windels, 1998; Harverson & Rush, 1998; Blunt et al., 1991; 1992; Melzer et al., 1997; Payne et al., 1994; Martyn et al., 1989; O'sullivan & Kavanagh, 1990; 1991; Kaffka et al., 1998; Ruppel, 1972).

Hos oss i Västeuropa bedöms oftast svamparter inom släktena *Pythium*, *Rhizoctonia* och *Aphanomyces* vara dominerande patogener på sockerbeta. Av *Pythium* spp. kan dessutom minst 12 olika arter angripa betan (O'sullivan & Kavanagh, 1992). Också olika andra Oomyceter (algsvampar), såsom *Phytophthora* spp. kan angripa beta, men arten *Aphanomyces cochlioides* är sannolikt svårast patogen bland Oomyceterna och inom *Aphanomyces*-gruppen (Payne et al., 1994). Alla de tre förstnämnda släktena, *Pythium*, *Rhizoctonia*, *Aphanomyces*, eller arter av dem, har dock var för sig eller gemensamt rapporterats ge omfattande skador i sockerbetsodlingar i Europa (Dunning & Heijbroek, 1981), och USA (Papavizas & Ayres, 1974), såväl som i Japan (Yamaguchi, 1977). Hos oss ger, utöver *Aphanomyces cochlioides*, *Pythium*-arter ofta problem, men i varmare klimat såsom i Frankrike och i delar av södra USA, bl.a. i Texas, orsakar *Rhizoctonia solani*, vid sidan av *A. cochlioides*, vanligen de svåraste ekonomiska skadorna (Martyn, 1989). Emellertid, eftersom alla dessa tre svampgrupper/-arter också orsakar likartade symptom är de besvärliga att skilja åt i fält. Komplex av två eller flera av dem är också vanliga och skadorna kan då under vissa betingelser bli omfattande, särskilt när jorden är varm och fuktig (Carol, 1988).

Eftersom vi inte kan utestänga dessa jordburna växtpatogener från våra jordar blir sjukdomsutvecklingen i ett fält under ett enskilt år i hög grad beroende av rådande förhållanden såsom smittograden i fältet - som i sin tur är beroende av växtföljden - väderleken (närmast temperatur och fuktighet), odlad betsort, eventuella utförda bekämpningsåtgärder, såtid etc. (Carol, 1988). Vi vet också att angreppen varierar mellan olika regioner liksom mellan olika fält, och inte så sällan även inom enskilda fält. Här har olika markfaktorer som jordtyp, jordens textur, mark-pH, lerhalt, organiskt material, avvattning, jordpackning etc., liksom jordars sjukdomshämmande förmåga - delvis undersökta i del 2 och 3 av detta kapitel - stor betydelse. Sådana faktorer ligger därför sannolikt bakom en stor del av den skördevariation på gårdsnivå vi kan mäta inom skånsk sockerbetsodling (Blomquist, 1998).

De resultat som här presenteras togs fram under säsongerna 1999 och 2000 genom undersökningar på de 14 pargårdar som specialstuderas inom det av Sockernäringsens Samarbetskommitté initierade projektet 4T – Tillväxt Till Tio Ton. Medel för halvtidslön åt en av oss (T. Amein) ställdes till förfogande av SLF och främsta syften med studierna var att besvara frågorna

- 1) Vilka markbundna svampsjukdomar är orsak till skördeföruster i modern svensk betproduktion?
- 2) Finns det avgörande skillnader i förekomst av patogena svampar mellan de inom 4T utvalda plus- och medelgårdarna?

Av olika anledningar, och efter diskussioner med ledningsgruppen inom 4T, genomfördes inte inom detta korta delprojekt ordinära fältförsök - t.ex. med totalbekämpning av jordburna patogener - för att närmare klargöra storleken av svamporsakade skördeföruster.

Undersökt material

De patogener, jordar m.m. som undersökts härrör alla från de betplantor och jordprover som insamlats från de 14 pargårdar, belägna i södra och västra delen av Skåne som beskrivs i tidigare kapitel och som också listats i tabell 1.

Tabell 1. Använd numrering och namn på aktuella pargårdar

Plusgård	Medelgård
1. St. Uppåkra	2. Gamlegård
3. Vragerup	4. Trolleberg
5. Rutsbo	6. Solvik
7. Pilvalla	8. Torsnäs
9. Herrestorp	10. Minnesdal
11. Bramstorp	12. L. Isie
13. Groeholm	14. Jordberga

Metodik

Insamlingar

Under säsongen 1999 samlade vi in 20 växtprover vid tre olika tidpunkter = 60 växtprover från slumpvis utvalda punkter i betfält på varje pargård. Insamlingar gjordes i början av juni, i början av juli och i början av september. I juli togs också jordprover med spade på 0 – 15 cm djup på ett antal punkter i varje provyta.

Under nästa säsong, 2000, samlade vi in betprover första gången i mitten av maj och tog då ut 10 plantor från varje provyta (se kapitel 1) = 30 betplantor från varje pargård. Vid denna insamling togs också jordprover från varje provyta på samma sätt som nämnts ovan. En ny insamling gjordes i början av juli då vi tog 30 betprover från varje provyta = 90 plantor från varje gård. Plantorna togs på fyra ställen i hörnen strax utanför de befintliga försöksytorna, storlek 10 x 10 m. Dessa prover transporterades till Danisco Sugar ABs lokaler i Arlov, där de tvättades rena från

jord, och graderades såsom friska plantor, små plantor eller plantor med klara symptom av *Aphanomyces*-angrepp.

Svampisolering från rötter

Alla insamlade betprover, med undantag för de som graderades vid Danisco Sugars lokaler i Arlööv, transporterades till våra laboratorier i Uppsala. Rötterna av varje planta tvättades där rena från jord. För isolering av svampar, togs bitar av roten ut med steriliserad skalpell och placerades på två olika sterila agarmedier, "potato-dextros-agar" (PDA) och "corn-meal-agar" (CMA). Den del av rötterna som inte användes för isoleringar placerades i Petri-skålar med sterilt vatten. Efter 2 – 7 dagars inkubering i rumstemperatur gjordes en första grov mikroskopisk identifiering av utväxta svampar och de av dessa som bedömdes intressanta rensolades på nya agarplattor.

Analys av jordsmita i insamlade jordprover

De under 1999 från varje gård insamlade jordproverna blandades gårdsvis så att varje pargårds jord utgjorde ett prov. Varje sådant prov fördelades i fyra plastkrukor med 400 – 500 g i vardera och i varje kruka såddes 5 testplantor av sockerbeta. Krukorna placerades i växthus vid en temperatur av 22 – 24°C på dagen och 18 – 20°C på natten. De vattnades dagligen och observationer och noteringar av symptom på testplantorna gjordes under fyra veckors tid. Plantor med rotbrandsymptom togs försiktigt upp, rötterna tvättades och placerades på agarmedia för svampisolering som beskrivits ovan.

De under 2000 insamlade jordproverna, tagna från varje provyta, blandades provytevis och varje prov fördelades i 20 plastkrukor med ca 200 g jord i vardera. I varje kruka såddes ett sockerbetsfrö. Hälften av krukorna placerades sedan i växthus vid en temperatur av 20 – 28°C, och den andra hälften i växthus vid en temperatur av 10 – 16°C. Vattningen, observationer, noteringar och isoleringar gjordes som beskrivits ovan.

Patogenitetstester med isolerade svampar

Ett stort antal isolerade svampar från de insamlade betproverna och från växthustesterna med jordar, testades för patogenitet i särskilda patogenitetstester i växthus. Svampisolaten odlades på PDA-plattor under 7 – 10 dagar tills agarytan var täckt med svamp och en sådan agar-platt-koloni per testkruka användes sedan som inokulum. Den utväxta svampkolonin och agarn i en platta blandades med 400 g jord och blandningen hölls över i en plastkruka. Fem testplantor såddes sedan i krukorna som därefter placerades i växthus vid en temperatur mellan 18 och 25°C. Vattning, observationer av symptom och isoleringar från sjuka plantor etc. gjordes sedan under tre till fyra veckor. Följande gradering av patogeniteten gjordes vid avläsningar:

70-100 % plantor ej uppkomna och/eller dödade efter uppkomst
80-100 % plantor uppkomna, men med klara symptom
100 % plantor uppkomna helt friska eller med endast svaga symptom

stark patogen
medelstark patogen
svag patogen

Identifiering av svampisolat

För identifiering av isolerade svampar användes i huvudsak klassiska metoder: Förutom patogenitetstester, som beskrivs nedan, utnyttjade vi sålunda koloniutseende, växtsätt, lukt och färg m.m., samt viktigast, olika morfologiska bestämningar under ljusmikroskop. I huvudsak följande beskrivningar och bestämningsnycklar utnyttjades för bestämningar av specifika arter:

- För identifiering av *Aphanomyces*-arter: Scot 1961: A Monograph of the Genus *Aphanomyces*.
- För identifiering av *Pythium*-arter: Dick 1990: Keys to *Pythium* samt Van Der Plaats-Niterink 1981: Monograph of the Genus *Pythium*
- För identifiering av *Rhizoctonia*-arter: Sneh *et al.* 1991: Identification of *Rhizoctonia* Species.
- För identifiering av *Fusarium*-arter: Booth 1971: The Genus *Fusarium* samt Nelson *et al.* 1983: *Fusarium* Species.

Tester av vattningens inverkan på *Aphanomyces*-angrepp

Eftersom *Aphanomyces*-infektioner är särskilt känsliga för vattentillgången gjordes ett antal speciella experiment där effekterna på testresultatet av riklig vattning respektive sparsam vattning noterades. För varje försök fylldes 30 små plastkrukor med vardera ca 200 g artificiell *Aphanomyces*-infesterad växthusjord. I varje kruka såddes sedan ett sockerbetsfrö och krukorna placerade i växthus vid en temperatur mellan 20 och 25°C. Tio av krukorna vattnades varje dag, tio andra vattnades var tredje dag och de sista tio vattnades en gång per vecka. Plantorna togs upp efter 4 veckor, rötterna tvättades, och plantorna graderades med avseende på *Aphanomyces*-symptom.

Erhållna resultat

Svampisoleringar, identifieringar och patogenitetstester

Följande identifierade svampar kunde upprepat isoleras från insamlade sockerbeter och/eller från betor odlade i insamlade jordprover: Patogenitet har bedömts enligt tester i växthusexperiment.

Tabell 2. Isolerade patogena svamparter och patogenitet på sockerbeta enligt utförda patogenitetstester i växthus

Isolerade svampar	Patogenitet på sockerbeta i växthustest
<i>Aphanomyces cochlioides</i>	stark
<i>Pythium sylvaticum</i>	stark
<i>Pythium ultimum</i>	stark
<i>Pythium</i> spp.	svag
<i>Rhizoctonia solani</i>	medel
<i>Fusarium oxysporum</i>	medel
<i>Fusarium avenaceum</i>	svag
<i>Fusarium culmorum</i>	ej patogen
<i>Fusarium</i> spp	ej patogen
<i>Phoma</i> spp	icke testad

Utöver dessa isolerades vid några tillfällen *Phytophthora* spp. från fältinsamlade betor, men närmare bestämningar och/eller patogenitetstester gjordes inte på/med dessa isolat. Också nematoder noterades ofta i insamlade prover men närmare undersökningar av arttillhörighet gjordes inte.

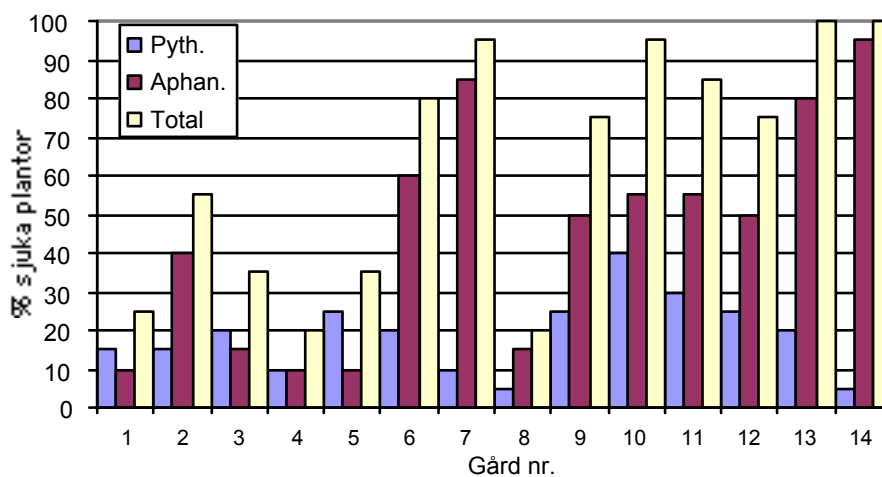
Analys av jordsmita i insamlade jordprover

Prover insamlade 1999: Resultat erhållna i växthustester vid avläsning fyra veckor efter sådd presenteras i figur 1. Procenten sjuka och döda plantor varierade här mellan 20 % för jordprov från gårdarna 4 och 8 till 100 % för prov från gårdarna 13 och 14.

Men inte bara totala rotbrandsangreppet utan också tidpunkten för angreppet varierade starkt bland jordproverna från olika gårdar som redovisas i tabell 3. Som framgår av tabellen varierade uppkomsten av sockerbetsplantor - vilken kan läsas som s.k. "preemergence damping-off", dvs. plantorna dödas före uppkomst - i jordprover från de olika gårdarna mellan 60 % för prov från gård 10 till 95 % för proverna från gårdarna 8 och 14 (tabell 3). Variation i de uppkomna plantornas överlevnad var sedan ännu större. Så var t.ex. uppkomsten i jordprov från gård 4 90 % och efter en månad var fortfarande 80 % av plantorna friska, medan i prov från gård 14 överlevnaden efter en månad var 0 % trots att uppkomsten var 95 % (tabell 3).

Vi bedömer det som sannolikt att i de prover där plantorna angrips främst under veckorna 3 och 4 efter sådd är patogenen *Aphanomyces cochlioides* huvudorsaken vilket också delvis bekräftas av resultaten presenterade i figur 1, som visar resultat av svampisoleringarna i detta test.

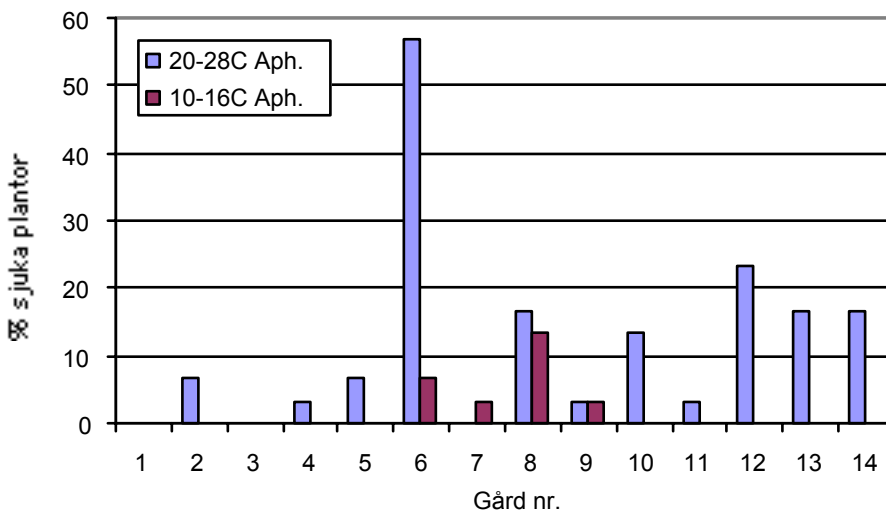
Prover insamlade 2000: Växthustesterna av insamlade jordprover genomfördes under 2000 vid två olika växthustemperaturer, 10 - 16°C respektive 20 - 28°C och detta hade stark inverkan på vilka patogener som kunde isoleras från sjuka/döda plantor och därmed kan antas vara huvudorsak till angreppet. Resultat av isoleringar från de olika gårdsproverna presenteras nedan i figurerna 2 och 3 för *Aphanomyces*- respektive *Pythium*-isoleringar var för sig.



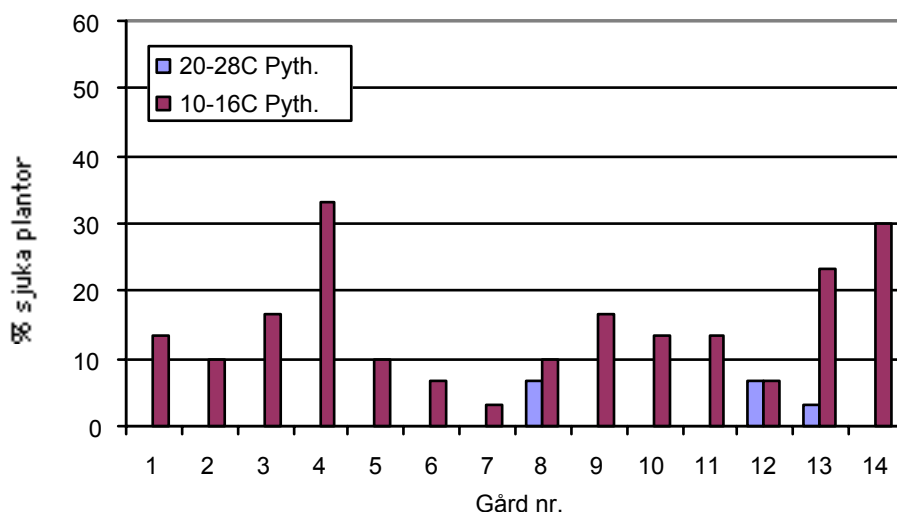
Figur 1. Procent *Pythium*-, *Aphanomyces*- och totalangripna betplantor i växthustest med jordprover insamlade från pargårdarna i juni 1999. Staplarna visar resultaten vid slutavläsning fyra veckor efter sådd.

Tabell 3. Uppkomst av sockerbetsplantor vid dag 12 och procent friska plantor efter 2 och efter 4 veckor från sådd i växthustester med jordprover insamlade 1999. Testbetorna såddes den 16 juni och för varje prov användes 4 krukor x 5 plantor

Fält (gård)	% uppk. 28/6	% friska plantor 1/7	% friska plantor 15/7
Kontroll	100	100	100
1	85	80	75
2	85	75	45
3	80	65	65
4	90	85	80
5	75	75	75
6	80	60	10
7	90	55	5
8	95	90	80
9	75	65	25
10	60	25	5
11	70	55	15
12	75	65	25
13	80	40	0
14	95	15	0



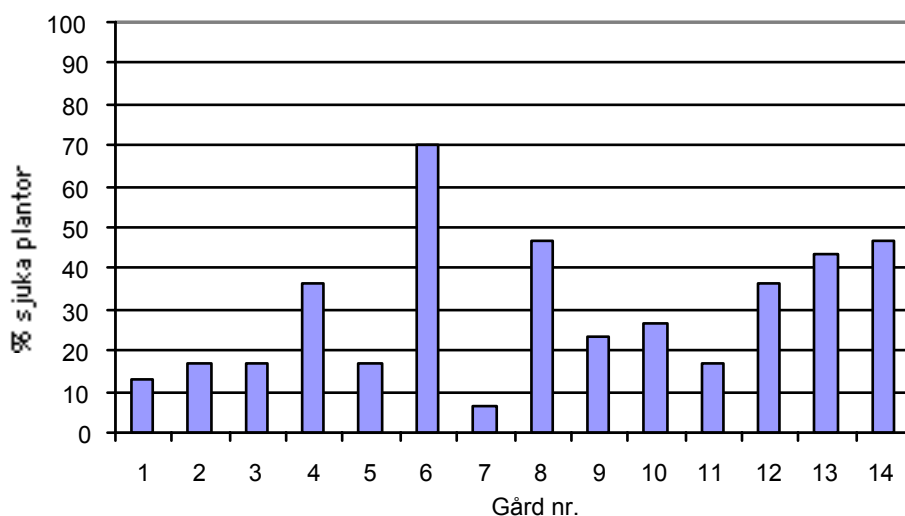
Figur 2. Procent sjuka/döda testplantor med *Aphanomyces*-infektioner från växthustester med jordprover insamlade från pargårdarna i maj 2000. Varje jordprov testades vid två olika växt-husförhållanden, 10 - 16°C respektive 20 - 28°C.



Figur 3. Procent sjuka/döda testplantor med *Pythium*-infektioner från växthustester med jordprover insamlade från pargårdarna i maj 2000. Varje jordprov testades vid två olika växthusförhållanden, 10 - 16°C respektive 20 - 28°C.

Resultat av växthustester, angivna som totalangrepp, vid avläsning fyra veckor efter sådd presenteras i figur 4. Angreppen var som synes något svagare i jordprover tagna 2000 i jämförelse med prover tagna 1999 (presenterade i figur 1). Procenten sjuka och döda plantor varierade i provena tagna år 2000, från 8 % för jordprov från gård 7 till 70 % för prov från gård 6.

Noterbart i resultaten presenterade i figur 2 är att *Aphanomyces* spp. kunde isolera från 11 gårdars prover vid den högre testtemperaturen (20 – 28°C) medan vid lägre testtemperatur (10 – 16°C) svampen kunde isolera endast från 4 gårdars prover.



Figur 4. Procent döda och sjuka plantor totalt i växthustest med jordprover insamlade från pargårdarna i maj 2000. Staplarna visar resultaten vid slutavläsning fyra veckor efter sådd.

Resultaten av *Pythium*-isoleringarna visar en helt annan bild som framgår av figur 3. *Pythium*-patogener kunde isolera från alla 14 gårdarnas prover vid den lägre testtemperaturen (10 – 16°C) medan vid den högre testtemperaturen (20 – 28°C) *Pythium*-patogener kunde isoleras endast från 3 gårdars prover, 8, 12 och 13 (figur 3).

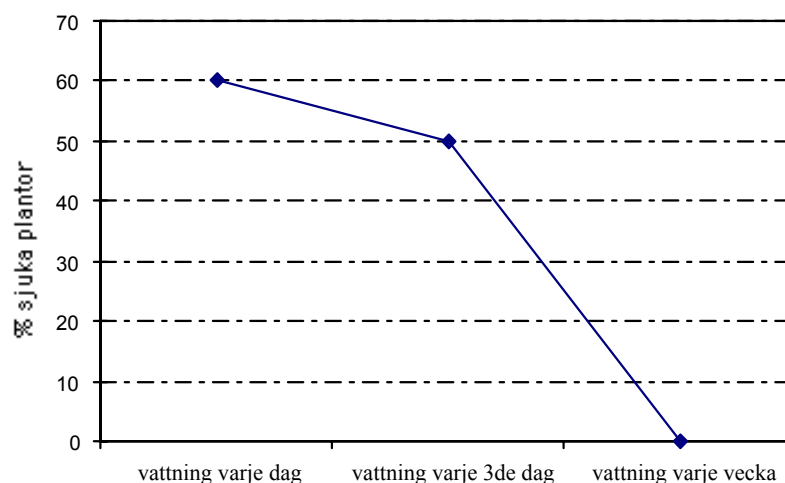
Effekter av vattningsregimen på resultatet av *Aphanomyces*-tester:

Eftersom resultaten av växthustester är starkt beroende av - förutom bl.a. jord- och växthus-temperaturen - också vattningsregimen, gjordes en enkel test där testplantorna vattnades enligt tre olika regimer. Resultatet av detta test presenteras i figur 5 och visar klart hur olika vattning starkt kan påverka angreppen av *Aphanomyces* spp. Vid daglig vattning, när jorden var våt blev 60 % av betplantorna sjuka efter 4 veckor, vid vattning var tredje dag blev 50 % av plantorna sjuka och vid vattning en gång per vecka, dvs. i stort sett torr jord, blev inga plantor *Aphanomyces*-angripna.

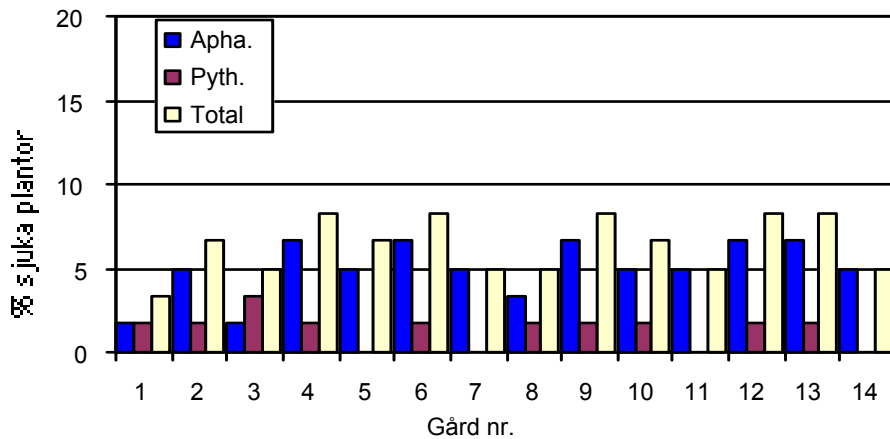
Fältavläsningar

Resultaten från sjukdomsgraderingar och isoleringar från fältinsamlade sockerbetsplantor visar att procenttalet sjuka plantor i fält, som väntat, genomgående är signifikant lägre än i de växthustester som genomförts. En viktig orsak är att tidigt döda plantor inte registreras i sena fältavläsningar. Figur 6 visar resultaten av fältisoleringar 1999 där procenten plantor skadade av *Pythium*- och *Aphanomyces*-patogener liksom totalangreppet noterats. Figur 7 visar på motsvarande sätt resultaten av avläsningar i maj 2000. Vid isoleringar av *Aphanomyces*- och *Pythium*-patogener från insamlade fältplantor i maj månad 2000 dominerade *Pythium* spp. och endast de insamlade plantorna från gård 3 var helt friska i detta avseende.

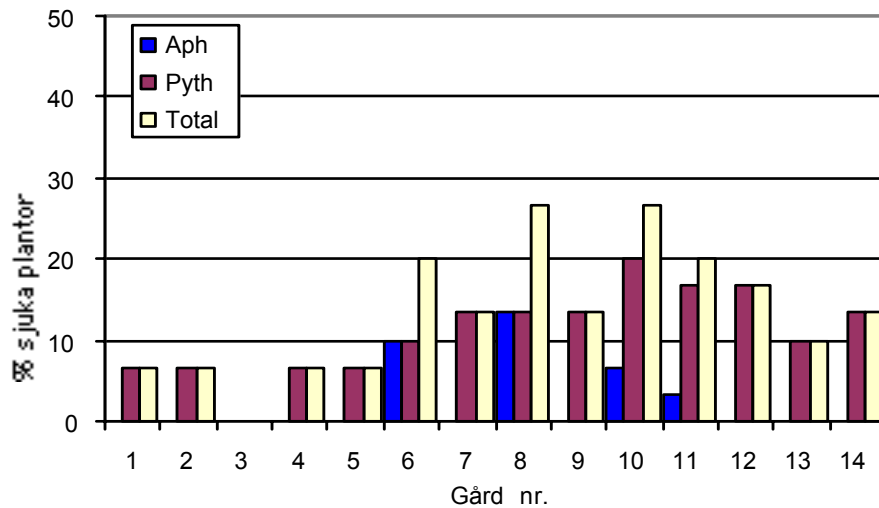
Aphanomyces cochlioides isolerades i dessa betprover bara från 4 av de 14 gårdarna och högsta procent *Aphanomyces*-angripna plantor var 13 %, i prov från gård nr 8 (figur 7).



Figur 5. Procentandelen *Aphanomyces*-infekterade plantor i växthustester när testerna utförs under 4 veckors period med olika vattningsregimer. Artificiellt infesterad växthusjord användes.

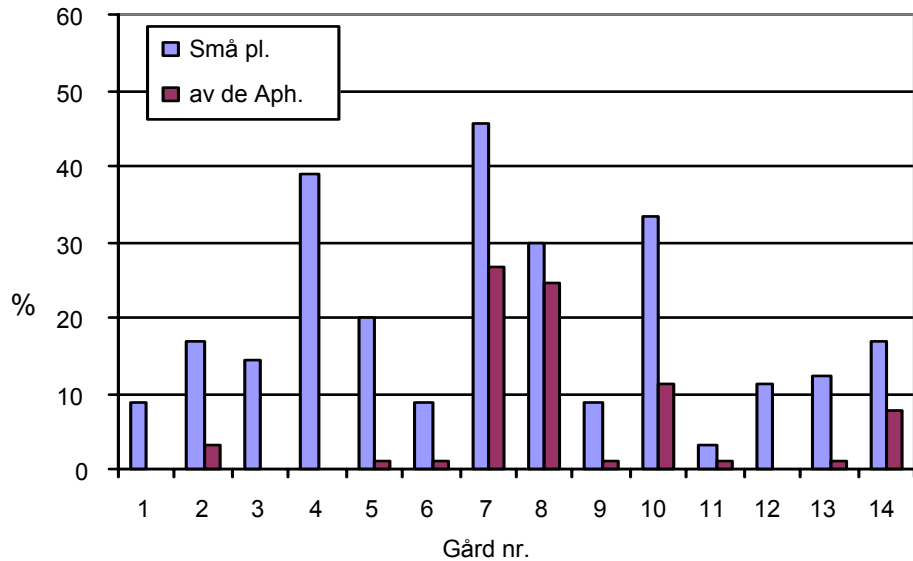


Figur 6. Procent *Aphanomyces*-, *Pythium*-angripna samt totalangripna betplantor vid isolering av fältinsamlade plantor under säsongen 1999. Graderingar gjordes vid tre tillfällen och värdena visar totalandel sjuka plantor av totalt insamlade.



Figur 7. Procent *Aphanomyces*-, *Pythium*-angripna samt totalangripna betplantor vid isolering av fältinsamlade plantor under maj år 2000. Värdena visar totalandel sjuka plantor av totalt insamlade.

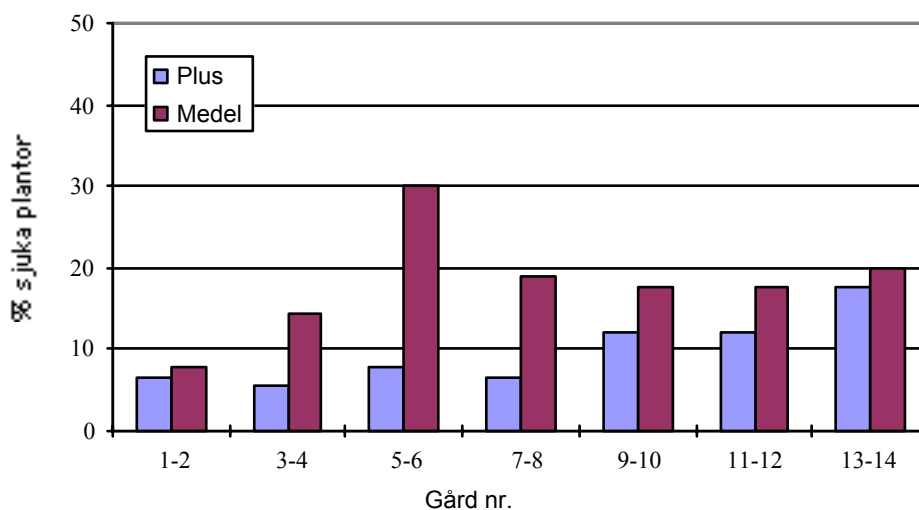
I juli 2000 gjordes också fältgraderingar av totalt 1 260 plantor (90 plantor från varje gård dvs. 30 från varje provyta). En del av de insamlade plantorna som var mindre än normala plantor, bedömdes som helt friska, medan andra visade klara *Aphanomyces*-symptom. Procentandelen klart små plantor varierade från 3 % på gård 11 till 46 % på gård nr 7 (se figur 8). Procentandelen plantor med *Aphanomyces*-symptom varierade mellan 0 % på gårdarna nr 1, 3, 4, 12 till 27 % på gård nr 7.



Figur 8. Medeltalet i procentandelen små plantor samt *Aphanomyces*-angripna plantor från olika gårdar. Staplarna visar medeltal av tre avlästa provytor på varje gård. 30 plantor avlästes från varje provyta = 90 från varje gård = 1 260 totalt.

Förekomst av rotbrandsvampar på plus- och medelgårdar

Generellt var förekomsten av rotbrandsvamparna *Aphanomyces* och *Pythium* på plusgårdarna mindre än på medelgårdarna som visas i sammanställningen i figur 9. Den största skillnaden avlästes i gårdsparet 5 och 6 där procent avlästa sjuka plantor var 7,8 % respektive 30 %.



Figur 9. Procenten påvisade rotbrandinfekterade plantor totalt från olika gårdar i fält- och i växthusexperiment år 2000. Isoleringar från fältplantor gjordes från 10 plantor per provyta, dvs. 30 plantor per gård. I växthustester gjordes isoleringar från 20 plantor sådda i jordprover från varje provyta, dvs. från 60 plantor odlade i jordprover från varje gård.

Diskussion

Resultaten från de begränsade inventeringar av jordburna svampsjukdomar i sockerbeta som här har gjorts ger ganska entydigt vid handen att det generellt bör vara tidiga angrepp av algsvampar inom släktena *Pythium* och *Aphanomyces* som är dominerande problem i pargårdarnas sockerbetsodlingar. Detta stämmer också väl in med andra västeuropeiska studier. Payne *et al.* (1994), hittade t.ex. *Aphanomyces cochlioides* i 39 % och *Pythium spp.* i 31 % av 341 undersökta engelska sockerbetsfält. Infektioner är således inte bara allmänt förekommande (figurerna 1, 2, 3, 6 och 7) utan de slår också ofta helt ut plantorna vid tidiga utvecklingsstadier, vilket därmed starkt kan påverka planttäthet och antalet plantor per ha. Man har t.ex. i Montana i USA uppskattat att förluster på grund av *Aphanomyces*-angrepp på 10 - 50 % är vanliga (Jacobsen, 2000). *Aphanomyces* ger, utöver att påverka plantantal genom tidiga angrepp, sannolikt också rotangrepp och skördesänkningar även på äldre plantor, som ofta är frekvent infekterade (figur 8). Även om många rötter kan återhämta sig från sådana infektioner eller överleva sensåsongsinfektion blir betorna oftast hämmade i tillväxten med minskad skörd och sockerinnehåll som följd (Carol, 1988). Hittills har vi dock för Sveriges del helt otillräckliga data för att även grovt kvantifiera sådan skördepåverkan. Vissa fältobservationer under tidigare säsonger tyder på att särskilt *Aphanomyces cochlioides* under år med för svampen gynnsam väderlek kan ge mycket starka angrepp på äldre betplantor, men varken 1999 eller 2000 kan betraktas som "Aphanomyces-år".

Aphanomyces- och *Pythium*-patogener förekommer oftast tillsammans på pargårdarna. Vi noterar ibland mer av den ena men andra gånger mer av den andra, sannolikt mycket beroende på olika väder- och markfaktorer - främst temperatur och fuktighet. Våra resultat tyder på att *A. cochlioides* normalt står för de något senare angreppen, efter att plantorna har kommit upp, och att *Pythium*-angrepp dödar/försvagar plantorna före (preemergence damping-off) eller närmast efter uppkomsten. Så var t.ex. vår provtagning av fältplantor i juni 1999 för sen för att påvisa starka *Pythium*-angrepp. Angripna plantor var troligen redan döda. Vid den tidigare gjorda insamlingen 2000 erhöll vi sålunda som väntat högre infektionsprocent än 1999 (figurerna 6 och 7). Enligt Fukui (1994) kunde, vid angrepp av patogenen *P. ultimum*, svampens hypher kolonisera sockerbetsfröna inom 3,5 timme efter sådden. *A. cochlioides* angriper däremot oftare efter uppkomsten (postemergence damping-off), så att svampen dödar eller infekterar plantor vid 2- till 8-bladsstadierna (2-5 veckor gamla plantor; Jacobsen, 2000. Carol, 1988).

I jämförelse med noterade fältinfektioner är infektionerna av *Aphanomyces*- och *Pythium*-arter i de utförda jordtesterna i växthus markant höga (figurerna 1 och 4). I några fall var samtliga sådda plantor döda efter en månad, tabell 3. Resultat visar att svamparna är allmänt förekommande i höga populationer och att de under optimala förhållanden - lämplig temperatur och vattning som i växthustesterna - också ger starka rotbrandsangrepp. Växthustester av insamlade jordprover kan således ge information om förekomst av dessa patogener men knappast utnyttjas för förutsägelser av angrepp. Klimatiska och andra förhållanden reglerar i alldeles för hög grad angreppen. Det är också noterbart att medan vi bara hittade en klart patogen art av *Aphanomyces*, *A. cochlioides*, hittade vi flera patogena arter av *Pythium*-släktet (tabell 2). De flesta patogena, svenska isolaten tillhörde *P. sylvaticum*. O'sullivan (1992) rapporterade att denna art var den mest frekventa arten som isolerade i sockerbetsodlingar på Irland. Dock, minst 12 *Pythium*-arter kan infektera sockerbetsplantor (O'sullivan, 1992). *A. cochlioides* infekterar företrädesvis vid hög jordfuktighet och något högre temperaturer, 20 – 30°C (Whitney & Duffus, 1986) (figur 2), medan *Pythium*-arter

från våra jordar ofta föredrar hög jordfuktighet och lägre temperaturer (figur 3). En del av *Pythium*-arterna t.ex. *P. aphanidematum* infekterar också växterna vid högre temperaturer 30 – 35°C (Whitney & Duffus, 1986), medan andra artar t.ex. *P. ultimum* och *P. sylvaticum* kan infektera plantor från omkring 5°C och upp till 30°C. Dessa var också de vanligast isolerade arterna från plantor och jord från pargårdarna.

Utöver patogena *Pythium*- och *Aphanomyces*-arter isolerade vi patogener från svampsläktena *Rhizoctonia* och *Phoma* m.fl. Dessa är ofta lika starka patogener som de nämnda algsvamparna, men åtminstone på de pargårdar, eller bättre uttryckt - på de provytor som inventerades i dessa studier - var dessa patogener betydligt mindre frekventa än de patogena algsvamparna. Olika arter av *Fusarium* isolerades ofta från betplantor. och *Fusarium*-infektioner var ibland mycket frekventa. Olika *Fusarium*-svampar växte således ut från nästan 100 % av plantorna i en del prover, men de flesta av de testade isolaten var inte patogena på småplantor. Allen (1936) som isolerade och testade ett 50-tal *Fusarium*-arter, kunde också visa att bara några var parasitära på betplantor i fält. En del visade parasitet på lagrade betor, men de flesta arterna var saprophyter och hade liten eller ingen effekt heller på lagrade betor. Olika genetiska variationer av arten *F. oxysporum* har ofta rapporterats som patogena på betor (Harverson & Rush 1997), och under 90-talet orsakade denna art stora skördeförsturer i sockerbeta i Texas i USA (Harverson & Rush, 1998). Arten rapporterades som betpatogen och som orsak till reducerat sockernehåll och till låg plantvikt för första gången 1931 och gavs då namnet *F. conglutinas* var. *betae* (Stewart, 1931). Ruppel (1991) rapporterade även några andra *Fusarium*-arter som betpatogener, utöver *F. oxysporum* också bl.a. *F. acuminatum* och *F. avenaceum*.

Vad gäller pargårdarna bedömer vi dock dessa svampar som ekonomiskt mindre viktiga. Jämför vi med sydeuropeiska/franska förhållanden, där *Rhizoctonia solani* är svår skadegörare, och med USA, där signifikanta ekonomiska förluster på grund av denna svamp förekommer i mer än 25 % av betproduktionsarealen och skadorna i fält kan variera mellan 0 – 50 % - beroende på odlingshistoria, klimat m.m. (Kiewnick, 2001) - har vi alltså förhållandevis lite av just *Rhizoctonia* på våra nordliga breddgrader. Dock, vi kan som ovan nämnts inte dra särskilt generella slutsatser från våra mycket begränsade inventeringar. Vi har inte undersökt hela fält, utan främst provytor, vi har bara erfarenhet av två odlingsssäsonger, vi har främst inriktat oss på sockerbetans tidiga utvecklingsstadier, vi har isolerat svampar främst med traditionella metoder på bara två agarmedier, och vi har inte genomfört regelrätta mätningar av skördeförsturer, t.ex. med hjälp av bekämpningsförsök i fält.

Vi ser i vårt material en viss generell skillnad mellan plus- och medelgårdarna vad gäller infektioner av jordburna svampar. Plusgårdarna har genomgående lägre rotbrandsangrepp, även om vi också har en hel del undantag (figurerna 1, 6 och 7). Intressantare är kanske dock att angreppen varierar så starkt mellan olika fält och också mellan år. En viss del av variationen kan ha sin bakgrund i att de sjukdomar vi undersökt ofta angriper starkt fläckvis. Hamnar en förutbestämd provyta i en sådan fläck får vi starka angrepp - om inte blir de svaga. Betydande variation i spridning och svårighet av *Aphanomyces*-angrepp i enskilda fält har observerat även under förhållanden som var gynnsamma för sjukdomen. Denna variation är tydlig även i ytor som inte är större än ett par kvadratmeter. Fläckigheten i fält och samplingsmetodikerna kan dock bara förklara en del, så att en stor del av variationen finns ändå kvar. En tolkning är att denna kvarvarande variation beror på påverkbara faktorer som växtföljd, markbehandling, såtid, sort etc. Vi tror att

såtiden och vädret direkt efter sådd har stor betydelse för utveckling och angrepp av rotbrand-svampar. Man kan sannolikt undvika vissa förluster, genom att inte så i mycket våta jorder (figur 5). Också Rush och Vaughn (1993), kunde visa i ett *Aphanomyces*-vattningsexperiment att procenten insjuknade plantor från jord som vattnades 10 dagar före sådd och direkt efter sådd var 41 %, medan i jord som vattnades enbart 10 dagar före sådden och inte efteråt bara 7 % insjuknade. Det går dock inte att med denna enskilda undersökning ge besked om hur olika sådana faktorer skall vägas när det gäller betydelse för rotbrand och infektioner av andra jordburna svampsjukdomar. Förhoppningsvis kommer här en analys av hela 4T-projektets insamlade data att leda till betydligt finmaskigare förklaringsmodeller.

Sammanfattning

- Resultaten visar entydigt att tidiga angrepp av algsvampar inom släktena *Pythium* och *Aphanomyces* utgör viktiga växtskyddsproblem i pargårdarnas sockerbetsodlingar.
- Infektioner av dessa svampar är allmänt förekommande och de ger ofta kraftiga skador vid angrepp på tidiga utvecklingsstadier främst genom att påverka planttäthet och antalet plantor per ha.
- Patogenen *Aphanomyces cochlioides* står normalt för de något senare angreppen, efter det att plantorna har kommit upp, medan *Pythium*-angrepp oftare dödar/försvagar plantorna före eller närmast efter uppkomsten ("preemergence damping-off").
- Klimatiska förhållanden reglerar i hög grad angreppens omfattning eftersom båda svampgruppernas infektionsbenägenhet är starkt beroende av väder- och markfaktorer - främst temperatur och fuktighet, och särskilt vid och direkt efter sådd.
- *Pythium sylvaticum* är den dominerande *Pythium*-arten, följd av *P. ultimum*. Båda dessa arter är kända för att angripa vid låga temperaturer.
- Generellt hade plusgårdarna något lägre rotbrandsangrepp än medelgårdarna.
- De noterade angreppen varierade starkt mellan olika fält och också mellan år. En viss del av denna variation torde bero på att de sjukdomar vi undersökt ofta angriper starkt fläckvis.

Tack

Vi tackar agronomerna Jens Blomquist och Thomas Wildt-Persson vid Sockernäringsens BetodlingsUtveckling AB för god hjälp med insamlingar av jordprover och för goda råd samt Stiftelsen lantbruksforskning, SLF, för finansiellt stöd.

Refererad litteratur

- Blomquist, J. 1998. Skördarna varierar stort. Betodlaren, 1.
- Blunt, S. J., Asher, M. J. C., Gilligan, C. A. 1991. Infection of sugar beet by *Polymyxa betae* in relation to soil temperature. Plant Pathology 40; 257 - 267.
- Blunt, S. J., Asher, M. J. C., Gilligan, C. A. 1992. The effect of sowing date on infection of sugar beet by *Polymyxa betae*. Plant Pathology 41; 148 - 153.
- Booth, C. 1971. The Genus *Fusarium*. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey. 237 pp.

- Brantner, J. R. 1998. Variability in Sensitivity to Metalaxyl in vitro, Pathogenicity, and Control of *Pythium* spp. on Sugar Beet. *Plant Disease*. 82; 896 - 899.
- Buchholtz, W. F. 1938. Factors influencing the pathogenicity of *Pythium debaryanum* on sugar beet seedling. *Phytopathology*, 28; 448 – 474.
- Buchholtz, W. F. 1944. The sequence of infection of a seedling stand of sugar beets by *Pythium debaryanum* and *Aphanomyces cochlioides*. *Phytopathology*, 34; 490 – 496.
- Byford, W. J. 1972. The Incidence of Sugar Beet Seedling Diseases and Effects of Seed Treatment in England. *Plant Pathology* 21; 16 – 19.
- Carol, E. W. 1988. Seedling and root rot diseases of sugarbeet. *Sugarbeet Research and Extension Reports*. V. 19; 125 - 132.
- Carol, E. W., Arthur, H. L. 1998. Identification and Control of Seedling Diseases, Root Rot, and *Rhizomania* on Sugarbeet. PP - 1142, BU - 7192 -S. North Dakota State University.
- Coons, G. H., Stewart, D. 1927. Prevention of seedling disease of sugar beets. *Phytopathology*, 17; 259 – 296.
- Dick, M. W. 1990. Keys to *Pythium*. ISBN 07049-0414-4; 1 – 64.
- Dunning, R. A., Heijbroek, W. 1981. Improved plant establishment through better control of pest and disease damage. In: Proceedings of the 44th IIRB Winter Congress, Brussels. Belgium: IIRB, 37 - 59.
- Dunne, C., Möenne, Y. L., McCathy, J., Higgins, P., Powell, J., Dawling, D. N., O' Gara, F. 1998. Combining proteolytic and phloroglucinol-producing bacteria for improved biocontrol of *Pythium*-mediated damping-off of sugar beet. *Plant Pathology*, 47; 299 - 307.
- Engelkes, C. A., Windels, C. E. 1996. Susceptibility of Sugar Beet and Beans to *Rhizoctonia solani* AG-2-2 111B and AG-2-2 1V. *Plant Disease*. 80; 1413 - 1417.
- Harveson, R. M., Rush, C. M. 1997. Genetic Variation Among *Fusarium oxysporum* Isolates from Sugar Beet as Determined by Vegetative Compatibility. *Plant Disease*; 81: 85 – 88.
- Harveson, R. M., Rush, C. M. 1998. Characterization of *Fusarium* Root Rot Isolates from Sugar Beet by Growth and Virulence at Different Temperatures and Irrigation Regimes. *Plant Disease*. 82; 1039 - 1042.
- Hodges, F. A. 1936. Fungi of Sugar Beets. *Phytopathology*; 26: 550 – 563.
- Holmes, K. A., Nayagam, S. D., Craig, G. D. 1998. Factors affecting the control of *Pythium ultimum* damping-off of sugar beet by *Pythium oligandrum*. *Plant Pathology*, 47; 516 - 522.
- Jacobsen, B., Collins, D., Zidack, N., Eckhoff, J., Bergman, J. 2000. Fungicide and Fungicide plus bacillus spp. biological seed treatments for control of *Pythium* and *Aphanomyces* root rot. Montana State University. Internet.
- Kaffka, S., Lewellen, R. T., Mauk, P. A. 1998. Sugarbeet seedling diseases. UC IPM Pest Management Guidelines: Sugarbeet. University of California.
- Martin, R. D. 1989. Etiology of a Root Rot Disease of Sugar Beet in Texas. *Plant Disease*, 11; 879 - 883.
- Kiewnick, S., Jacobsen, B., Kiewnick, A. B., Eckhoff, J., Bergman, J. 2001. Integrated Control and Root Rot of Sugar Beet with Fungicides and Antagonistic Bacteria. *Plant Disease*, 85; 718 – 722.
- Melzer, M. S., Smith, E. A., Boland, G. J. 1997. Index of plant hosts of *Sclerotinia minor*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 19; 272 - 280.
- Nelson, P. E., Toussoun, T. A., Marasas, W. F. O. 1983. *Fusarium* species: An Illustrated Manual for Identification. The Pennsylvania University Press, London. 199 pp.

- O'sullivan, E. 1990. Damping-off of sugar beet by *Rhizoctonia cerealis*. Plant Pathology 39; 202 - 205.
- O'sullivan, E. 1991. Characteristics and pathogenicity of isolates of *Rhizoctonia* spp. associated with damping-off of sugar beet. Plant Pathology 40; 128 - 135.
- O'sullivan, E., Kavanagh, J. A. 1992. Characteristics and pathogenicity of *Pythium* spp. associated with damping-off of sugar beet in Ireland. Plant Pathology 41; 582 - 590.
- Payne, P. A., Asher, M. J. C., Kershaw, C. D. 1994. The incidence of *Pythium* spp. and *Aphanomyces cochliodes* associated with the sugar-beet growing soils of Britain. Plant Pathology 43; 300 - 308.
- Papavizas, G. C., Ayers, W. A. 1974. *Aphanomyces* Species and Their Root Diseases in Pea and Sugar Beet - A review. Washington DC, USA: Department of Agriculture; USDA Technical Bulletin, 1485.
- Persson, L. 1998. Soils suppressiveness to *Aphanomyces* rot root of pea. Dissertation, Plant Pathology and Biocontrol Unit, Uppsala, 35 pp.
- Ruppel, E. G. 1972. Correlation of cultural characteristics and sources of isolates with pathogenicity of *Rhizoctonia solani* from sugar beet. Phytopathology 62; 202 - 205.
- Ruppel, E. G. 1991. Pathogenicity of *Fusarium* spp. from Diseased Sugar Beets and Variation Among Sugar Beet Isolates of *F. oxysporum*. Plant Disease, 75; 486 - 489.
- Rush, C. M., Winter, S. R. 1990. Influence of Previous Crops on Rhizoctonia Root and Crown Rot of Sugar Beet. Plant Disease, 74; 421 - 425.
- Scot, W. W. 1961. A monograph of the Genus *Aphanomyces*. Technical Bulletin 151; 1- 95.
- Sneh, B., Burpee, L., Ogoshi, A. 1991. Identification of *Rhizoctonia* Species. The American Phytopathological Society. APS Press; 1 - 125.
- Stewart, D. 1931. Sugar-Beet Yellows Caused by *Fusarium conglutinas* var. *betae*. Phytopathology, 21; 59 - 70.
- Van Der Plaats-Niterink, A. J. 1981. Monograph of the Genus *Pythium*. Studies in Mycology 21; 1 - 243.
- Warren, J. R. 1948. A study of the Sugar beet Seedling Disease in Ohio. Phytopathology, 38; 883 - 892.
- Weiland, J. J., Sundsbak, J. L., 2000. Differentiation and Detection of Sugar Beet Fungal Pathogens Using PCR Amplification of Actin Coding Sequences and the ITS Region of the rRNA Gene. Plant Disease, 84; 475 - 482.
- Whitney, E. D., Duffus, J. E. 1986. Compendium of Beet Diseases and Insects. APS Press 76 p.
- Yamaguchi, T. 1977. Studies on the seedling diseases of sugar beet especially disease pathogens of genus *Pythium*. Research Bulletin of the Hokkaido National Agricultural Experimental Station, 118; 1 -52.