

Slutrapport SJV. Genomförande av försöks- och utvecklingsprojekt i potatis 2004-2005.

Sammanfattning

Potatisbladmögel sprids främst med utsäde, men också genom vindspridning av sporangier. Smittan kan på detta vis nå dittills friska odlingar. Vår hypotes är att ökad kunskap om vindspredningens omfattning i tid och rum ger oss möjligheter att utforma optimala bekämpningsstrategier. Preliminära resultat antyder att vi med hjälp av sporfångster kan optimera bekämpningen. Vi avser nu att i fortsatta studier med hjälp av sporfångster, väderleksregistreringar, utfall av prognoser samt resultat från fältförsök med olika bekämpningsstrategier i olika sorter förbättra och sannolikt minska användningen av fungicider. Med hjälp av Botaniska Analysgruppens pollenfällor, i vilka även bladmögelsporer återfinns, avser vi att dessutom studera smittspridningen över större områden. Sannolikt är det möjligt att spåra den långväga smittspridningen från kontinenten.

SJV finansierade åren 2004 och 2005 två extra försök i ett då pågående SLF-projekt vilket gjorde det möjligt att testa prognos- och varningsmodellerna NegFry och Blight Management utöver Plant Plus som redan ingick. Här ges en bakgrund till skadegöraren bladmögel/brunnröta och dessutom redovisas hittills framkomna resultat från fältförsöken.

Det kan konstateras att informationen (bland annat väderleksdata) till prognos- och varningsmodellerna inte alltid fungerade tillfredställande av olika skäl. Resultaten i de här försöken kom därför i många fall mer att spegla användningen av modellerna än modellerna i sig. Behandling enligt rekommendationer från prognos- och varningsmodellerna gav inte lika bra bekämpning mot bladmögel som rutinmässig veckovis behandling med Shirlan. Vid användning av de tre modellerna i samma försök under åren 2004 och 2005 fungerade NegFry klart sämst, sannolikt orsakat av ett alltför litet rekommenderat antal behandlingar. Prognos- och varningsmodeller har sitt värde men bör förbättras ytterligare innan de fullt ut går att lita på.

Under hösten 2006 utges en mer omfattande redovisning av dels ett tidigare SJV-projekt (Bekämpningsstrategier mot bladmögelsvampen) dels ett SLF-projekt (Aerobiologi och optimala bekämpningsstrategier).

Målsättning

Att minska och optimera användningen av fungicider i potatisodlingen.

Inledning

Potatisbladmögel måste bekämpas med fungicider under de förutsättningar som råder idag. Knölarna angrips annars av brunröta och potatisindustrin och konsumenterna tolererar inte brunröta. Förebyggande och upprepade behandlingar med fungicider är idag den viktigaste åtgärden mot potatisbladmögel och brunröta som orsakas av oomyceten *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Under den irländska potatiskatastrofen för drygt 150 år sedan med dess förödande angrepp av potatisbladmögel och brunröta hade naturligtvis fungicider eller motståndskraftiga sorter varit en gudagåva. Då var man osäker på orsaken till förödelsen och det dröjde några decennier innan tysken De Bary på 1860- och 70-talen publicerade sina rön om denna svamp. Ytterligare ett tiotal år senare upptäckte Millardet en fungicid, den så kallade bordeauxvätskan som först fick sin användning i vinodlingar mot vinbladmögel och därefter även i potatisodlingar mot bladmögel och brunröta. Sedan dess har vi utvecklat och accepterat en mångfald av kemisk bekämpning i vårt lantbruk. I dag har vi en annan inställning till bekämpningsmedel. Mat i våra rika länder saknas inte och därför funderar vi på om kemisk bekämpning behövs och är berättigad. Vi vill värna om en god miljö och även ta hänsyn till

andra humanekologiska aspekter. Fältforskningen har därför under senare år mycket kommit att inrikta sig på hur den stora användningen av fungicider i potatisodlingen skall kunna begränsas, ett första steg mot integrerad bekämpning. Integrerad bekämpning innebär en ekologiskt medveten samordning av förebyggande åtgärder och kemisk bekämpning.

SJV kompletterade i detta SLF-projekt fältförsöken med testning av två prognos- och varningsmodeller, NegFry och Blight Management. Till skillnad från Plant Plus, den prognos- och varningsmodell vi använde under hela försöksperioden (1999-2005) är NegFry och Blight Management kostnadsfria för användaren.

Bakgrund

Potatisodling

Potatis, *Solanum tuberosum*, odlas av konventionella odlare, ekologiska odlare och husbehovsodlare. Ekologisk odling och husbehovsodling är en liten del av den totala odlingen och diskuteras inte vidare här. Med konventionell odling menar vi den stora odlingsinriktning med cirka 30.000 hektar mat- och stärkelsepotatis (Anon. 2000) i Sverige som majoriteten av odlare tillhör. De använder modern teknik och av samhället sanktionerade produktionsmedel, t.ex. mineralgödsel och växtskyddsmedel. Frågor som har att göra med odlingens påverkan på miljö och livsmedelskvalitet får allt större utrymme i den konventionella odlingen. Odlarna producerar potatis till flera olika ändamål, t.ex. pommes frites, potatismos, chips, stärkelse och naturligtvis även oskalad samt skalad matpotatis. Den industriella potatisråvaran måste vara av mycket jämn och god kvalitet. Den svenska potatisodlingen är idag utsatt för hård konkurrens från utlandet och de ekonomiska marginalerna är små. Därför kan angrepp av bladmögel och brunröta få allvarliga konsekvenser för odlarna och industrin.

Potatisodling är resurskrävande. I jämförelse med andra grödor är användningen av kemiska bekämpningsmedel, främst fungicider, mycket stor i potatisodlingen. Detta beror på att de sorter som odlas relativt lätt angrips av bladmögel. Mottagliga sorter odlas därför att de håller en god kvalitet med avseende på andra faktorer som t.ex. odlingssäkerhet, process- och kokkvalitet. Dessutom är det svårt att genom förädling framställa sorter med en varaktig resistens mot potatisbladmögel och brunröta.

Sverige är ett vidsträckt land, nästan 160 mil långt, med stora skillnader vad gäller klimat och odlingsbetingelser. I gränstrakterna mellan Halland och Småland är till exempel den årliga nederbörden cirka 1100 mm och i de södra delarna av Öland och Gotland bara 400 mm. Skillnader i temperatur mellan olika landsändar gör att vegetationsperiodens längd är betydligt längre i Skåne än i östra Norrland, 240 mot 150 dagar, således 90 dagars skillnad, som dock utjämnas av kortare och ljusare nätter i norr. (Osvald 1959). Skillnader i klimat och odlingsbetingelser medför skilda förutsättningar för potatisodling och bladmögelsvampen. Ett uttryck för detta är till exempel att bekämpning av bladmögel och brunröta med fungicider görs betydligt fler gånger i södra än i norra Sverige.

Bladmögel och brunröta

Väderleken har en avgörande betydelse på bladmögelsvampens epidemiska förlopp. Årsmånens avgör hur starka angreppen blir. Potatisbladmögelsvampen växer och bildar förökningskroppar eller sporangiesporer rikligast vid en relativ luftfuktighet över 95 % och en temperatur över 10 °C med optimum mellan 18-22 °C. Sporangiesporerna kan gro direkt vid temperaturer över 15 °C. Vid lägre temperaturer (8-13 °C) och fri vattentillgång ombildas sporangiesporerna till zoosporer, således ofta något som sker på kvällar och nätter när dagbildningen är riklig och temperaturen sjunker. Vid optimala väderförhållanden är tiden från infektion till

det att nya sporer bildas fyra till fem dygn. Bladmögelsvampen kan därmed ha ett stort antal generationer under en odlingsssäsong. (Se till exempel Dowley & O'Sullivan 1995). Vindens stora betydelse för spridning av bladmögelsvampen redovisas nedan under avsnittet aerobiologi.

Den huvudsakliga smittokällan i Sverige är troligen utsäde angripet av brunröta, men även andra smittokällor förekommer som till exempel övervintrande spillpotatis eller potatisavfall och kanske oosporer (se nedan). Spridningen från ekologiska odlingar har dessutom diskuterats under senare tid. (Wiik 2000).

Bladmögelsvampens livscykel med både icke-könlig och könlig förökning är välkänd sedan länge. Potatisbladmögelsvampen har två mycel- eller parningstyper, kallade A1 och A2. Om A1 och A2 finns tillsammans möjliggörs sexuell förökning och därmed bildandet av oosporer. På 1980-talet visade en forskargrupp på Ultuna att båda parningstyperna fanns i Sverige (Kadir & Umaerus 1987). Den sexuella förökningen ökar bladmögelsvampens variationsrikedom och föränderlighet, vilket leder till en för svampen ökad förmåga att anpassa sig. Nya populationer av bladmögel kan bli aggressivare, tåligare och svårare att bekämpa (Umaerus 1996). Senare undersökningar under 1990-talet visade också att långlivade vilsporer eller så kallade oosporer troligen fanns i flera potatisfält (Andersson et al. 1998). I undersökningar utförda 2001 påvisades oosporer i 10 av 37 svenska fält och även i Norge var tendenserna likartade vilket indikerar att sexuell förökning förekommer. (Dahlberg et al. 2002). Om förekomst av oosporer medför att kemisk bekämpning behöver sättas in tidigare än vi är vana vid får framtiden utvisa. Jakob Eriksson observerade oosporer på 1910-talet (Eriksson 1916). Tidiga observationer av oosporbildning rapporterades även från andra europeiska länder (Pethybridge and Murphy 1913). Oosporer kan även bildas av självfertila mycel, således med endast en parningstyp närvarande. Sådana oosporer är dock inte särskilt livskraftiga.

En del omständigheter i andra länder men även i Sverige tyder på att bladmögelsvampen har lättare nu än tidigare för att anpassa sig, exempelvis till bekämpningsmedel. Vi bör därför ta angrepp av bladmögelsvampen på stort allvar, begränsa dess förekomst och spridning i största möjliga utsträckning i alla typer av potatisodling. Bekämpningen har fått ytterligare en dimension. Den skall således inte bara göras för att ge en riklig skörd fri från brunröta utan även för att begränsa svampens anpassningsförmåga. Därför har alla bekämpningsstrategier nu hög prioritet, inte minst sorters motståndskraft mot bladmögel och brunröta, i alla typer av potatisodling. Även i husbehovs- och ekologiska odlingar, i vilka ej sällan starka angrepp av bladmögel förekommer, bör eventuell oosporbildning och bekämpningsåtgärder uppmärksammas.

Aerobiologi

Vindens stora betydelse för spridning av bladmögelsvampen påvisades i efterhand vara en av de viktiga orsakerna till den spridning bladmöglet fick i NV Europa under åren 1845 och 1846, och som drabbade Irland så fatalt. (Bourke and Lamb 1993). I princip följer spridningen av alla biologiska partiklar (pollen, sporer och frön) samma mönster (Faegri & Iversen 1989). Om depositionens storlek avsätts mot avståndet från den organism som har bildat partikeln, bildas en s k leptokurtisk (smalsvansad) kurva. Det mesta – ungefär två tredjedelar – avsätts i moderorganismens omedelbara närhet. Ytterligare ca 30 procent kommer att spridas "lokalt", t ex i samma potatisfält eller område när det gäller bladmögelsporer. Endast en liten del, 4 till 5 % sprids regionalt eller över ännu större avstånd. Att pollen och sporer i samband med s k konvektion kan spridas över mycket stora avstånd, t o m över hela kontinenter, är känt sedan länge (Hirst et al 1967, Tyldesley, 1973 a, b, Hjelmroos 1991, Comtois 1997), och episoder då fjärrtransporterat pollen av t ex björk- eller malörtsambrosia uppmäts vid flera olika regio-

nala mätstationer i Sverige samtidigt sker så gott som varje år. Det är möjligt att härleda detta pollens ursprung genom att kartlägga vilka luftströmmar som de kommit med (s k trajektorier, Hjelmroos 1991). Även bladmögelsvampens sporer kan således sannolikt spridas från smitthärdar långt borta, även från andra länder (Zaag, van der 1956). I de regionala pollenmätstationerna i södra Sverige registreras bladmögelssporer regelbundet, d v s dagligen eller nästan dagligen. Hur länge de tunnväggiga sporer klarar sig under transporten och fortfarande är infektionsdugliga är okänt, men en jämförelse mellan registrerade halter i kombination med luftströmningskartor och sjukdomsutbrott kan ge indikationer på vad som är möjligt.

Erfarenheten visar att det i viss mån är möjligt att förutsäga angrepp av bladmögelsvamp utifrån specifika väderleksförhållanden. Men även om sådana förhållanden råder, måste det också finnas sporer i den luft som passerar över potatisfälten för att ett utbrott skall ske. Registrering av luftens spornnehåll kan alltså komplettera dagens prognosmodeller. Vid undersökningar av pollen- och sporspridning i utomhusluft används sedan länge som standard så kallade volumetriska sporfällor, t ex ”Burkard 7-day Volumetric Spore Trap”. Fällans placering i höjdnivå över marken är avgörande för vilka luftlager som analyseras. En sporfälla som avses användas för registrering av lokalt producerade sporer bör placeras lågt, ca 1,5 meter över marken. Mätning av regionalt spridda och fjärrtransporterade sporer bör ske på högre höjd, på 15-30 meter över marknivå. För en fullständig bild av sporsituationen bör båda nivåerna användas.

Ännu finns inte särskilt mycket erfarenhet av hur sporkoncentrationen är relaterad till risken för sjukdomsutbrott. I en italiensk undersökning av bladmögelangrepp på tomat (Bugiani et al. 1995) fann man emellertid, att halter över 50 sporer per kubikmeter luft och dygn i fällor placerade på 1,5 meters höjd över marken följdes av ett sjukdomsutbrott inom en vecka/tio dagar. I genomsnitt har de italienska tomatodlarna i det aktuella området minskat sin kemikalieanvändning med 50 % sedan väderbaserade prognosmodeller kompletterats med spormätningar.

Bekämpning med fungicider och sorters motståndskraft

I Sverige utfördes under många år bekämpning mot bladmögel och brunröta med stora mängder EBDC-medel (etylenbisditiokarbamater som mankozeb och maneb). KEMI (Kemikalieinspektionen) förbjöd 1994 de rena EBDC-medlen i Sverige. Vid nedbrytning av EBDC-medlen kan ETU (etylentiourea) bildas, ett cancerframkallande ämne. KEMI noterade även toxiska egenskaper som genotoxicitet, irritation, allergiframkallning, effekter på reproduktion och foster samt hög giftighet för fisk och hinnkräfta. Idag används ett antal fungicider mot potatisbladmögel i Sverige. Trots att kemiföretagen har mycket höga kostnader när de utvecklar nya bekämpningsmedel är nya lovande aktiva substanser mot potatisbladmögel och andra växtpatogena svampar på väg (Ort et al. 1997).

I fältförsök har vi inte kunnat se några statistiskt säkra skillnader mellan de olika fungiciderna, men under flera år har Shirlan, Ridomil MZ och Epok visat tendenser till något bättre effekter mot bladmögel och brunröta. Shirlan (Mogens Erlingsson pers. medd.) och Tattoo (Bardsley and Shattock 1996) är effektiva mot både A1- och A2-typerna. Mot oosporer i jorden har troligen fungiciderna ingen effekt. Däremot kan troligen fluazinam som hamnar på jordytan göra zoosporerna mindre rörliga och därmed förhindra brunröta (Hemmen 1997), vilket kan förklara de goda effekter vi fick mot brunröta i den officiella provningen av fungicider under 1990-talets början. (Se till exempel Andersson och Wiik 1994).

Första behandlingen mot potatisbladmögel görs normalt innan potatisblasten sluter raderna, således normalt i mycket god tid innan de första angreppen observeras. När potatisblasten är frodig och täcker raderna är det svårt att täcka de nedre delarna av plantan med sprutvätska. I en informationsbroschyr från lantbruksstyrelsen rekommenderas att plantorna behandlas när de är 20-30 cm höga och att en andra behandling görs innan beståndet sluter sig helt. (Olofsson & Bengtsson 1989).

I svenska fältförsök dröjer det i genomsnitt cirka 40 dagar efter första behandlingstillfället innan de första angreppen är synliga. (Wiik 2000 a). Under åren 1995 och 1996 utfördes därför några orienterande fältförsök i mottagliga potatissorter för att undersöka om det är möjligt att senarelägga första behandlingen. Vid en fördröjning av första behandlingen med upp till tre veckor var effekten mot potatisbladmögelsvampen lika god som vid normal start. (Wiik 1997). Under perioden 1993-1996 utfördes fältförsök med bladmögelbekämpning i en resistent sort och en mottaglig sort. Tre av åren började angreppen en till två veckor senare i de resistent sorterna. Det fjärde året (1996) fick vi dock tidiga angrepp i den mot bladmögel motståndskraftiga sorten Hertha. Angreppen av brunröta var minst i de mer motståndskraftiga sorterna. (Wiik 1997). I senare års undersökningar (speciellt år 2003) har framgått att även konventionell behandling (behandling cirka en gång per vecka) kan misslyckas under betingelser som är mycket positiva för bladmögel. I dessa undersökningar påvisades även att prognos- och varningsmodeller fungerar lika bra som konventionell behandling i stärkelse- och chipspotatis trots att färre behandlingar rekommenderades (Wiik 2004).

En senareläggning av första spruttidpunkten kräver en indikation på när de första bladmögelsporerna börjar spridas. Att fånga de första bladmögelsporerna med sporfällor bedöms i dagsläget som orealistiskt eftersom förekomsten troligen är låg och sporena inte är speciellt lätta att identifiera tillsammans med alla andra sporer och pollen som uppträder i fångsten. När och var de första angreppen börjar uppträda är naturligtvis en värdefull information som kan hjälpa oss att bestämma när första behandlingen skall göras. En övervakning och inrapportering av potatisbladmögel initierades därför 1996. (Berg och Wiik, 1997). Redan på 1940-talet var man dock medveten om vikten av inrapportering av de första bladmögelangreppen. Följande citat är hämtade från Th. Lindfors klarsynta notis. "För att besprutningen skall få tillfredställande effekt erfordras emellertid, att den utföres i rätt tid. Verkställes den så sent, att sjukdomen redan hunnit taga fart, blir effekten icke vad den kunnat bliva, kanske rent av ingen. Å andra sidan är det icke lämpligt att spruta avsevärt tidigare än angrepp är att vänta, ty dels hinner då det skyddande skikt, som besprutningsvätskan bildar, att borttvättas genom eventuellt regn, dels framkomma genom plantornas tillväxt nya växtdelar, som icke blivit delaktiga av besprutningen."...."Det vore därför av stor betydelse om anvisning rörande den för olika områden bästa besprutningstidpunkten kunde meddelas allmänheten."...."Växtskyddsanstalten vädjar på grund av vad ovan anförts till landets potatisodlare att noga aktgiva på det första uppträdandet av potatisbladmögel och ofördröjligen till anstalten inrapportera dagen och platsen för iakttagelsen samt bilägga ett angripet blad som verifikation." (Lindfors 1941).

Redan i slutet av 1960-talet undersöktes om det är möjligt att minska användningen av fungicider i potatisodlingen. Dessa undersökningar fortsatte under 1970-, 1980- och 1990-talen. En av slutsatserna var att det är möjligt att sänka dosen av de då använda EBDC-medlen vid lågt infektionstryck, i mindre mottagliga sorter, vid behandling med kort intervall samt vid de tidiga behandlingstillfällena då grödan ännu har liten grönmassa (Olofsson 1987, Olofsson 1992, Olofsson & Carlsson 1994, Olofsson et al. 1994). Sålunda genomfördes till exempel en försöksserie under perioden 1987-1990 i vilken gjordes jämförelser mellan olika bekämpnings-

program i Bintje och fem nyare sorter. I slutsatserna angavs att vissa sorter bör kunna behandlas med något längre intervall än Bintje. I sorten Matilda skulle det sannolikt räcka med dubbelt intervall i jämförelse med Bintje. (Olofsson & Carlsson 1994). I engelska undersökningar kunde intervallen utsträckas upp till tre veckor i de mest resistenta sorterna. (Gans et al. 1995).

Alternativa fungicider som till exempel Shirlan och Tattoo ersatte under 1990-talet de rena EBDC-medlen. Undersökningar med dessa nya fungicider utfördes med avseende på sambandet mellan dos, intervall, sort och plats. Sprutning med korta intervaller (7-10 dagar) gav bättre effekt mot bladmögel och brunröta än sprutning med långa intervaller (~15 dagar). Det var möjligt att minska dosen vid korta intervaller i mer motståndskraftiga sorter och vid lågt infektionsstryck. Bladmögelbekämpning med korta intervaller minskade angreppen av brunröta mest, men även sprutning med långa intervaller minskade angreppen markant. (Wiik & Olofsson 1995, Wiik 1996 och 1997). Snarlika resultat erhöles i danska och engelska undersökningar (Simonsen 1993, Clayton & Shattock 1995).

Sambandet mellan dos och bekämpningseffekt undersöks normalt i konventionella fältförsök där varje försöksruta behandlas med en och samma dos. Med ny teknik är det möjligt att förändra dosen linjärt i en förlängd försöksruta. (Alness 1991). I dessa förlängda försöksrutor kommer således hela det undersökta dosspektret att vara representerat. I två sydsvenska fältförsök undersöktes denna nya sprutteknik, 1992 med Tattoo och 1993 med Shirlan. Sambandet mellan dos och effekt med Shirlan beskrevs av en brant kurva inom ett litet dosintervall, således en kurva med en liten skillnad i dos mellan låg och hög effekt. Redan vid drygt halv dos (0,2 liter Shirlan/ha) erhöles maximal effekt mot bladmögel. (Andersson et al. 1993). Slutsatsen är att det i många situationer går att sänka dosen, jämfört med den rekommenderade, med bibehållen effekt, när de yttre betingelserna är gynnsamma. (Alness & Hagenvall 1994).

Sedan länge är det känt att en effektiv blastdödning är en viktig åtgärd mot bladmögelsvampen. En potatisgröda måste ha ett fullgott skydd mot bladmögel så länge gröna växtdelar finns, eftersom denna biotrofa svamp då kan bilda sporer. Följande citat ur en skrift från Jordbrukets Upplysningsnämnd 1957 understryker detta: "Blastdödningen är ett nödvändigt komplement till den förebyggande besprutningen. Det är nämligen oftast omöjligt att stoppa de bladmögelangrepp, som uppträder mot vegetationsperiodens slut. Dessa sena angrepp är emellertid mycket farliga, därför att de lätt leder till stark nedsmittning av knölarna med brunröta. Vid upptagningen kommer knölarna i beröring med blasten, som är bemängd med svampsporer. Även ett till synes oskyldigt angrepp på blasten kan därigenom ge anledning till mycket svåra angrepp av brunröta i den skördade potatisen. Om minsta angrepp av bladmögel kan upptäckas, får man därför inte skörda potatisen så länge blasten står helt eller delvis grön. Det bästa är att döda blasten genom sprutning med något blastdödningsmedel. Blasten, inklusive stjälkarna, måste dödas fullständigt, och man skall vänta med upptagningen till c:a 2 veckor efter sprutningen." (Anon. 1957).

Resultat från svenska fältförsök kommer väl till pass vid framtagandet av rekommendationer för bekämpning (Olofsson 1977, Olofsson 1987, Olofsson 1992, Olofsson & Bengtsson 1989, Olofsson & Carlsson 1994, Olofsson et al. 1994, Wiik 2001a, Wiik 2001b, Wiik 2002, Wiik 2004, Wiik & Erjefält 2001, Wiik och Olofsson 1995) men även internationell forskning och samverkan är värdefull för svenskt vidkommande. Så ger exempelvis en europeisk arbetsgrupp årligen ut en lista med aktuella fungiciders egenskaper (Bradshaw 2006).

Potatisodling är dyr i jämförelse med många andra grödor eftersom utsädet och insatser av olika slag kostar mer, inte minst den kemiska bekämpningen av potatisbladmögel. Med tanke på skördeförlusterna, i värsta fall totalkassation, ansåg man 1957 att kostnaden för rationell bladmögelbekämpning är en rimlig och väl använd försäkringspremie. (Anon. 1957).

I slutet av 1970-talet beräknades den potentiella skadan som bladmögel och brunröta gav upphov till att vara 50-70 miljoner kronor om bekämpning ej gjordes, även om det påpekades att ekonomiska beräkningar rörande bladmögelsvampen är komplicerade. Beräkningen gjordes med hjälp av resultat från fältförsök under perioden 1956-1975 då vi som idag i stor omfattning odlade sorter som lätt angreps av bladmögel och brunröta. I medeltal var förlusten i matpotatisodlingen 19 % i hela landet. De regionala skillnaderna var stora. Störst var förlusten i Sydsverige, 29 %, och minst i norra Sverige, 4 %. I fabrikspotatisodlingen användes mindre mottagliga sorter och förlusten uppskattades till 4 % trots att odlingen låg i Sydsverige. För att undvika denna förlust med hjälp av kemisk bekämpning beräknades kostnaden till cirka 12 miljoner kronor. Således gav en investerad krona cirka fem tillbaka. (Olofsson 1977, se även Sundell 1977 och 1980).

I tolv fältförsök utlagda i södra och mellersta Sverige under perioden 1984-1986 undersöktes effekten av tre olika fungicidprogram mot bladmögel. Angreppen av bladmögel var starka i ena och svaga i den andra hälften av försöken. I genomsnitt av alla tolv försöken blev vinsten för behandling 2600 kr/ha, men även i de sex försöken med svagt angrepp var behandling lönsam, då med en vinst på 780 kr/ha. ”Den slutsats man kan dra av de anförda exemplen är att lönsamheten för bekämpning av bladmögelsvampen är god vid odling av sortmaterial som idag dominerar marknaden, men att den starkt påverkas av angreppets svårighetsgrad.” (Olofsson 1987).

Vid genomgång av resultat från ett stort antal fältförsök utlagda i fabrikspotatis under perioden 1978-1992 konstaterades att lönsamheten för bladmögelbekämpning oftast var god. Eftersom angreppen varierade mellan åren var dock inte alltid bekämpningen lönsam, som till exempel torra år med små angrepp och i motståndskraftiga sorter. I tolv av 54 försök utlagda i mot bladmögel mottagliga sorter var ökningen av stärkelseskörden inte tillräcklig för att betala kostnaden av de genomsnittliga 4,5 behandlingarna med mankozeb som gjordes i försöken. I de tidiga och då motståndskraftiga sorterna Saturna och Stina var behandling med fungicider olönsam, kanske beroende på att de undgick större angrepp genom sin tidighet samt att deras rasspecifika resistens fungerade. (Olofsson et al. 1994).

Angreppen av skadegörare kan begränsas på olika sätt, med förebyggande åtgärder och med kemisk bekämpning. Förebyggande åtgärder är val av motståndskraftiga sorter, sunda växtföljder och odlingstekniker som motverkar skadegörarna. En enskild förebyggande åtgärd kanske inte alltid har så stor inverkan men flera samverkande åtgärder kan få relativt stor betydelse. Förebyggande åtgärder minskar behovet av kemisk bekämpning.

Som framgått i några av uppsatsens tidigare avsnitt är odling av sorter med motståndskraft mot potatisbladmögel och brunröta en av de viktigaste faktorerna för att begränsa angreppen och därmed bekämpningen. Trots detta används ofta potatissorter med alltför liten motståndskraft mot bladmögel och brunröta. Växtföljden och odlingstekniken är dessutom ofta inte optimal för att förebygga eller bekämpa bladmögel och brunröta. Skälet till detta är att andra krav spelar större roll, till exempel att den högvakastande men mottagliga referenssorten Bintje är en mycket uppskattad potatisråvara i många sammanhang. (Carlsson 1994). Ett av resistensförädlingens viktigaste mål är därför att ta fram sorter som kombinerar varaktig resistens

mot viktiga skadegörare med andra goda kvalitetsegenskaper, som till exempel hög avkastning och kokkvalitet. I Sundells (1979) ekonomiska värdering av olika bekämpningsåtgärder mot potatisens sjukdomar bedömdes framtagandet av sorter med bättre resistensegenskaper som det mest ekonomiska alternativet.

Tidigare utnyttjades dominanta resistensgener från *Solanum demissum* mot potatisbladmögel. Denna rasspecifika resistens blev inte särskilt varaktig eftersom svampen alltid hade en förmåga att anpassa sig och nya virulenta raser angrep de tidigare motståndskraftiga sorterna. Dagens resistensförädlare utnyttjar emellertid även andra resistensmekanismer som ger varaktigare motståndskraft, så kallad ospecifik resistens. Den ospecifika resistensen byggs upp av många gener, men den blir aldrig fullständig och bör därför kombineras med rasspecifik resistens. Därför finns ett fortsatt behov av kemisk bekämpning (Wiik & Erjefält 2001), även i sorter med denna typ av resistens (Erjefält 1996, Erjefält 1997). Den nya sorten Appell som har en mycket god motståndskraft mot bladmögel (Hagman 1998) angreps ändå förhållandevis mycket under år 2000 i fältförsök, om än relativt sent. (Wiik opublicerat). Potatisbladmögelsvampens förmåga att anpassa sig gäller inte bara till sorter utan även till fungicider. I det förstnämnda fallet ”bryts” sortens resistens och i det sistnämnda uppstår fungicidresistens. Därför måste vi ständigt undersöka olika potatissorters motståndskraft mot olika växtskadegörare, som till exempel bladmögel och brunröta, men även växtskadegörarnas reaktion på olika pesticider. Vi måste dessutom lära oss mer om *Phytophthora infestans* av idag, eftersom ”sannolikt nya bekämpningsstrategier måste utformas med hänsyn till den ökade flexibiliteten i svamppopulationen och oosporernas roll som överlevnadsorgan.” (Umaerus 1996).

När det gäller att minska antalet sprutningar gjordes och görs det stora satsningar på att ta fram prognos- och varningsmodeller, både nationellt (Olofsson 1964, Berggren 1981, Ekström 1990, Andersson 1996) och internationellt. Under perioden 1988-1995 minskade antalet sprutningar med 50 % i försöksled som sprutades enligt prognos- och varningsmodellen NEGFRY i jämförelse med rutinbekämpning (Hansen et al. 1995). I pågående undersökningar provas ett nytt intressant system, Plant Plus från Holland. (Sassner 1999, Sassner 2000, Wiik 2001c). Det är dock ännu efter flera års testning för tidigt att förbehållslöst i praktisk odling rekommendera bekämpning enligt prognos- och varningsmodeller. Dock är de ett utmärkt hjälpmedel, inte minst för att lära mer om de faktorer som styr potatisbladmögelsvampen. En användbar prognos- och varningsmodell för potatisbladmögel måste med stor säkerhet kunna bedöma när det är aktuellt att göra den första behandlingen. Därefter bör troligen de följande behandlingarna utföras med relativt korta intervaller, men med doser som anpassas efter omständigheterna.

Potatisplantans mottaglighet för bladmögel varierar under dess tillväxt. Kort efter uppkomsten är den mycket mottaglig för att därefter bli mer och mer motståndskraftig fram till blomningen. Därefter blir plantan mer och mer mottaglig. De nedre delarna av plantan är mer mottagliga än de övre, i alla tillväxtstadier. Således är det speciellt viktigt att sprutvätskan når ner och väl täcker de nedre delarna av plantan. (Dowley & O’Sullivan 1995).

Den kemiska bekämpningen skall om möjligt behövsanpassas och behandlingarna utföras med bra utrustning och på bästa sätt. Spruttekniken i växtskyddsarbetet undersöktes i ett flertal projekt och en översikt gavs av Hagenvall (1995). I en senare rapport anger samme författare att den rekommenderade tekniken för konventionella lantbrukssprutor innebär vanliga spaltspridare, till exempel 04 med vätskemängden 200-400 liter/ha, tryck 2-3,5 bar, duschkvalitet medium och körhastighet 5-8 km/tim. Injektorspridaren minskar i och för sig risken för avdrift men sämre täckning och avsättning kan ge försämrad biologisk effekt. (Hagenvall

2000). Luftassisterade sprutor och annan ”ny teknik” kan medge säker besprutning med betydligt lägre vätskemängder.

Integrerad bekämpning har aldrig genomförts i potatisodlingen i Sverige i någon större utsträckning. I framtiden kommer troligen potatisbladmögel och brunröta att bekämpas med integrerade metoder. (Egan et al. 1995). Motståndskraftiga sorter och genomtänkta odlings-tekniker kombineras med kemisk bekämpning. Den kemiska bekämpningen behovsanpassas med hjälp av prognos- och varningsmodeller.

Material och metoder

En fältförsöksserie utlades i fyra odlingsområden. Försöksplanen bestod av obehandlat, konventionell behandling med Shirlan en gång per vecka samt behandlingar enligt rekommendationer från prognos- och varningsmodellerna Plant Plus, NegFry och Blight Management (BM). På varje försöksplats upprepades försöksplanen fyra gånger och bestod således av fyra block eller upprepningar.

Försöken behandlas med mangan och insekticid för att inte få någon påverkan av näringsbrister och skadedjur på försöken samt för att underlätta graderingen av bladmögel.

Försöken utfördes av Hushållningssällskapen enligt gängse fältförsökspraxis. I anslutning till försöken placerades sporfällor och klimatstationer (se nedan). Noggranna graderingar av bladmögel gjordes enligt en internationellt gångbar graderingsnyckel, dock förfinad enligt svensk erfarenhet, vilket innebär en noggrannare skala under epifytins begynnelse (Syrén och Wiik 1993). Brunröta graderades på uttagna knölprover, 10 kg per försöksruta.

Mätdata med avseende på max- och mintemperatur, relativ och absolut luftfuktighet och förekomst av dagg tas från lämpliga klimatstationerna. Härledning av ursprunget av fjärrtransporterade sporer görs med hjälp av uppgifter om luftströmmar som erhålls från SMHI.

Den holländska prognosmodellen Plant Plus är framtagen av Dacom och marknadsförd i Sverige av SL. NegFry har utvecklats av en nordisk forskargrupp under ledning av Jens Grönbeck Hansen. Blight Management är en prognos- och varningsmodell under utveckling i Norden.

Sporfällor (Burkard 7-day Recording Volumetric Spore Trap) placeras i anslutning till fältförsöken och i utvalda odlingsområden. Fällan suger genom ett munstycke in 10 liter luft per minut med hjälp av en pump som drivs av en eldriven motor. Innanför munstycket sitter en trumma, som drivs runt av ett mekaniskt urverk med en hastighet av 2 millimeter per timme. En ving riktad hela tiden munstycket mot vindriktningen. Den yta av trumman som vetter mot munstycket och luftströmmen är klädd med en klibbig tape. Luftens innehåll av partiklar, alltså även sporangier av potatisbladmögel, fastnar på tapen. Det är möjligt att på en halvtimme när precisera vid vilken tid ett visst sporangium sugits in i fällan. Vid analysen klipps tapen sönder i 48 mm långa bitar, alltså motsvarande ett dygn, och bäddas in i glyceringelatin. Tolv stycken band, vars sammanlagda yta motsvarar exponering för 1 m³ luft, analyseras i ett vanligt ljusmikroskop, med avseende på innehållet av potatisbladmögelsporangier.

Vilka luftlager som analyseras med avseende på sitt innehåll av partiklar är beroende av hur högt över marken man har placerat sporfällan. En fälla som står 1-1,5 meter över marken fångar framför allt sporangier som spritts från det lokala potatisfältet runt omkring. De lokala mätningarna kompletteras med analyser av de preparat som görs från regionala pollenmätstationer i södra Sverige (f n Malmö, Bräkne-Hoby, Växjö och Göteborg). Vid dessa mätstatio-

ner används samma typ av sporfälla, och eftersom fällorna är placerade högre över marken (15-30 meter) finns möjlighet att registrera förekomst av långtransporterade sporangier.

Den statistisk bearbetningen utfördes med SPSS. Utvärderingen och analysen skedde med några olika statistiska metoder: variansanalys, korrelation och regression. (Anon. 2002). En stjärna (*) i slutrapportens tabeller 1-16 nedan anger en statistiskt säker skillnad jämfört med det obehandlade försöksledet enligt SNK-test. Inga statistiskt säkra skillnader erhöles mellan behandlade försöksled i slutrapportens tabell 1-16.

Resultat

I tabellerna 1-16 nedan framgår de genomsnittliga resultaten med avseende på utvecklingen av bladmögel, nedvissning, brunröta och skörd. I bilagda tabeller redovisas resultat från enskilda försöksplatser. I dessa tabeller finns även intressanta kringuppgifter om fältförsöken samt uppgifter om när och vilka behandlingar som utfördes i de olika försöksleden.

Utvecklingen av bladmögel var speciellt svår att stoppa med fungicider år 2003. Tidiga angrepp (tabell 1) medförde att rutinmässig behandling en gång per vecka inte räckte.

Två behandlingar med Epok i ett fungicidprogram med övriga behandlingar med Shirlan, gav inte någon bättre effekt mot bladmögel och brunröta eller ökad skörd än enbart veckovis behandling med Shirlan (tabell 1, 2, 3, 5 och 7).

Plant Plus som var den enda prognos- och varningsmodellen som testades år 2003 hade något bättre effekt mot bladmögel än veckovis behandling med Shirlan, dock inte statistiskt säkerställd (tabell 1, 2 och 3).

Angreppen av brunröta i fältförsöken blev inte så stora som befarat år 2003. Angreppen var betydligt större åren 2001 och 1999 (tabell 5).

Stora skillnader uppmättes i brunrötefri skörd mellan obehandlade och behandlade försöksled (tabell 7).

I tabell 8 och 9 redovisas genomsnittliga resultat från försöken år 2004 och år 2005. Under dessa två år testades tre prognos- och varningsmodeller. Sämst fungerade NegFry och bäst Plant Plus men alla tre prognos- och varningsmodellerna var sämre än rutinmässig behandling med Shirlan en gång per vecka. När det gäller denna testning av de tre prognos- och varningsmodellerna finns det all anledning att framhålla att informationen (bland annat väderleksdata) till prognos- och varningsmodellerna inte alltid fungerade tillfredställande av olika skäl. Resultaten kom därför i många fall mer att spegla användningen av modellerna än modellerna i sig.

I tabellerna 10-16 redovisas resultaten uppdelade på de fyra försöksplatserna åren 2004 och 2005, således medeltalet av två försök per plats. Resultatet återspeglar även sortvalet på de olika platserna. Behandling med de tre prognos- och varningsmodellerna har på Borgeby givit tydligt mer bladmögel än rutinmässig behandling med Shirlan (sort Bintje), dock inte statistiskt säkerställt. NegFry fungerade speciellt dåligt mot bladmögel på Lilla Böslid (Halmstad) men var även sämre än rutinmässig behandling på de andra platserna, dock inte statistiskt säkert (tabell 11-12).

De genomsnittliga angreppen av brunröta var förhållandevis små trots starka angrepp av bladmögel. Även behandlade försöksled hade en del brunröta (tabell 15).

Tabell 1. Bladmögel juli månad under 7 enskilda år, %.

Behandling	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Obehandlat	0,018	0,000	0,053	0,066	12,012	0,395	0,015
Shirlan0.4	0,005	0,000	0,002	0,000	2,117	0,001	0,000
”Epok”	0,007	0,000	0,001				
Plant Plus	0,001	0,000	0,055	0,000	0,848	0,140	0,003
NegFry		0,000				0,003	0,015
BM						0,006	0,000

Tabell 2. Bladmögel augusti månad under 7 enskilda år, %.

Behandling	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Obehandlat	22,705	7,825	8,222	10,571	62,660	48,182	31,472
Shirlan0.4	0,021*	0,015	0,003	0,087	6,985	0,161	0,017*
”Epok”	0,017*	0,014	0,002				
Plant Plus	0,082*	0,037	0,005	0,104	1,657	1,289	0,171*
NegFry						0,382	8,179*
BM						0,334	0,100*

Tabell 3. Bladmögel september månad under 7 enskilda år, %.

Behandling	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Obehandlat	92,083	20,500	58,322	24,092	67,548	96,583	84,625
Shirlan0.4	0,083*	0,044	0,078*	0,240	10,325	0,836*	0,065*
”Epok”	0,066*	0,045	0,063*				
Plant Plus	0,341*	0,112	0,080*	0,288	1,800	6,318*	0,053*
NegFry						7,224*	14,853*
BM						3,746*	0,178*

Tabell 4. Bladmögel medeltal under 7 enskilda år, %.

Behandling	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Obehandlat	18,688	7,895	25,447	6,885	39,133	46,157	29,650
Shirlan0.4	0,017*	0,015	0,058*	0,065	4,600	0,220*	0,013*
”Epok”	0,015*	0,014	0,040*				
Plant Plus	0,062*	0,037	0,052*	0,079	1,225	1,410*	0,115*
NegFry						1,057*	6,130*
BM						0,563*	0,075*

Tabell 5. Brunröta viktsprocent under 7 enskilda år.

Behandling	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Obehandlat	8,7	1,3	16,0	0,0	1,3	2,8	1,9
Shirlan0.4	0,0	0,3	2,1*	0,0	0,0	0,3	0,0
”Epok”	0,0	0,4	1,8*				
Plant Plus	0,5	4,0	0,7*	0,0	0,0	0,0	0,0
NegFry						0,2	0,3
BM						0,6	0,6

Tabell 6. Nedvissning september under 7 enskilda år, %.

Behandling	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Obehandlat	97	65	76	66	87	100	98
Shirlan0.4	41*	27	21*	42	42	27*	48*
"Epok"	41*	23	21*				
Plant Plus	42*	30	25*	40	32	31*	47*
NegFry						32*	62*
BM						32*	50*

Tabell 7. Brunrötefri skörd under 7 enskilda år, ton/ha.

Behandling	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Obehandlat	49,5	43,1	36,9	45,0	26,8	36,0	32,6
Shirlan0.4	64,5	53,7	50,4	48,4	44,6	51,4*	47,7*
"Epok"	62,9	54,0	49,7				
Plant Plus	63,0	49,8	51,1	48,0	47,6	51,1*	47,9*
NegFry						51,2*	43,5*
BM						51,1*	47,1*

Tabell 8. Medeltal 2004 av antal behandlingar (Antal), bladmögelangrepp % under juli (Pi07), augusti (Pi08), september (Pi09) och medeltal (PiX), nedvissning % september (Nedv), brunröta vikts-% samt skörd ton/ha.

Behandling	Antal	Pi07	Pi08	Pi09	PiX	Nedv	Brunröta	Skörd
Obehandlat	0	0,395	48,182	96,583	46,157	100	2,8	35,9
Shirlan0.4	12,25	0,001	0,161	0,836*	0,220*	27*	0,3	51,4*
Plant Plus	10,00	0,140	1,289	6,318*	1,410*	31*	0,0	51,1*
NegFry	8,00	0,003	0,382	7,224*	1,057*	32*	0,2	51,2*
BM	10,25	0,006	0,334	3,749*	0,563*	32*	0,6	51,1*

Tabell 9. Medeltal 2005 av antal behandlingar (Antal), bladmögelangrepp (%) under juli (Pi07), augusti (Pi08), september (Pi09) och medeltal (PiX), nedvissning september (%), brunröta (vikts-%) samt skörd (ton/ha).

Behandling	Antal	Pi07	Pi08	Pi09	PiX	Nedv	Brunröta	Skörd
Obehandlat	0	0,015	31,472	84,625	29,650	98	1,9	32,6
Shirlan0.4	12,00	0,000	0,017*	0,065*	0,013*	48*	0,0	47,7*
Plant Plus	8,25	0,003	0,171*	0,053*	0,115*	47*	0,0	47,9*
NegFry	6,75	0,015	8,179*	14,853*	6,130*	62*	0,3	43,5*
BM	11,50	0,000	0,100*	0,178*	0,075*	50*	0,6	47,1*

Tabell 10. Bladmögel under juli 2004-2005 (%), totalt två försök per plats

Behandling	Borgeby	Kristianstad	Halmstad	Skara
Obehandlat	0,795	0,003	0,017	0,005
Shirlan0.4	0,002	0,000	0,000	0,000
Plant Plus	0,279	0,001	0,005	0,000
NegFry	0,006	0,001	0,030	0,000
BM	0,011	0,001	0,000	0,000
Sorter	Bintje	Producent, Kardal	Asterix	King Edward

Tabell 11. Bladmögel under augusti 2004-2005 (%), totalt två försök per plats

Behandling	Borgeby	Kristianstad	Halmstad	Skara
Obehandlat	58,984	5,675	51,184	38,750
Shirlan0.4	0,097	0,004*	0,159*	0,030
Plant Plus	1,873	0,005*	0,087*	0,625
NegFry	0,311	0,019*	16,474*	0,255
BM	0,431	0,005*	0,203*	0,125
Sorter	Bintje	Producent, Kardal	Asterix	King Edward

Tabell 12. Bladmögel under september 2004-2005 (%), totalt två försök per plats

Behandling	Borgeby	Kristianstad	Halmstad	Skara
Obehandlat	98,875	92,750	94,375	56,250
Shirlan0.4	0,950*	0,079*	0,340*	0,030
Plant Plus	9,200*	0,082*	0,300*	0,000
NegFry	9,725*	0,441*	30,125*	0,500
BM	5,475*	0,064*	0,310*	0,250
Sorter	Bintje	Producent, Kardal	Asterix	King Edward

Tabell 13. Medelangrepp av bladmögel 2004-2005 (%), totalt två försök per plats

Behandling	Borgeby	Kristianstad	Halmstad	Skara
Obehandlat	36,230	34,660	44,725	25,840
Shirlan0.4	0,155	0,030*	0,160*	0,020
Plant Plus	2,000	0,030*	0,105*	0,420
NegFry	1,100	0,195*	12,465*	0,170
BM	0,755	0,025*	0,175*	0,080
Sorter	Bintje	Producent, Kardal	Asterix	King Edward

Tabell 14. Nedvissning september 2004-2005 (%), totalt två försök per plats

Behandling	Borgeby	Kristianstad	Halmstad	Skara
Obehandlat	100	98	100	98
Shirlan0.4	42*	46*	32	29
Plant Plus	53*	42*	31	31
NegFry	48*	48*	62	31
BM	47*	51*	27	31
Sorter	Bintje	Producent, Kardal	Asterix	King Edward

Tabell 15. Brunröta 2004-2005 (vikts-%), totalt två försök per plats

Behandling	Borgeby	Kristianstad	Halmstad	Skara
Obehandlat	2,8	0,9	1,4	4,4
Shirlan0.4	0,0	0,0	0,5	0,2
Plant Plus	0,0	0,0	0,0	0,0
NegFry	0,0	0,0	0,8	0,3
BM	0,0	0,0	1,5	0,9
Sorter	Bintje	Producent, Kardal	Asterix	King Edward

Tabell 16. Brunrötefri skörd 2004-2005 (ton/ha), totalt två försök per plats

Behandling	Borgeby	Kristianstad	Halmstad	Skara
Obehandlat	31,9	44,3	25,9	35,1
Shirlan0.4	52,6	50,9*	45,9*	48,9
Plant Plus	51,7	53,1*	46,5*	46,7
NegFry	52,8	54,3*	35,3*	47,2
BM	54,1	50,7*	46,5*	45,2
Sorter	Bintje	Producent, Kardal	Asterix	King Edward

Diskussion

Det är förvånande att angreppen år 2003 blev så stora trots upprepade behandlingar med Shirlan (försöksled B). Överhuvudtaget gav bekämpning mot bladmögél sämre resultat under år 2003 än under tidigare år. Effekterna var tidigare år normalt 99-100 % i bekämpningsförsök men däremot år 2003 klart sämre. Denna skillnad kan bland annat bero på alltför långa intervall mellan behandlingarna under den del av säsongen då tillväxten och även bladmögéltrycket var som störst. I det avseendet är det intressant att notera tendenserna till att behandlingarna i Plant Plus-ledet medförde bättre effekter detta år. Förklaringen till de bättre effekterna kan bland annat bero på att systemiska fungicider användes i stället för kontaktverkande fungicider vid de första behandlingstillfällena.

Angreppen var mycket stora i de obehandlade försöksrutorna på de flesta försöksplatserna åren 2004 och 2005. De tre beslutstödsystemen Plant Plus, Blight Management och NegFry rekommenderade två till fyra behandlingar mindre än veckovis behandling med Shirlan. Det färre antalet behandlingar som rekommenderades av prognos- och varningsmodellerna medförde dessa två år större angrepp av bladmögél, speciellt enligt NegFry. I tabellerna kan angreppens storlek verka litet i behandlade försöksled men vi skall då påminna oss om att ett angrepp på 0,01 % är en bladmögélfläck per 50 plantor och ett angrepp på 0,1 % är en bladmögélfläck per planta!

Vid varje försöksplats registrerades kontinuerligt under sommaren förekomsten av luftburna potatisbladmögélsporanger med hjälp av Burkard 7-day Volumetric Spore Trap, ett standardinstrument för mätningar av biologiska partiklar i luft. Under flera år drevs fem stycken sådana sporfällor på de fem försöksplatserna i markhöjd eller nära markhöjd. Samtidigt följdes förekomsten av sporanger i preparat i de fällor av samma slag, som används för att mäta halten av allergiframkallande pollen, i syfte att serva allergiker och myndigheter med folkhälsoansvar. Dessa fällor (i Göteborg, Malmö, Bräkne-Hoby och Växjö) är placerade mellan 10 och 30 meter över mark, och kan användas för att registrera spridning över en hel region. I slutrapporten till SLF kommer samband mellan sporförekomst, angrepp av bladmögél samt väderleksfaktorer och en del andra variabler att redovisas.

Referenser

- Alness, K. 1991. Linjär förändring av dosen i spruttekniska fältförsök. 32:a svenska växtskyddskonferensen. Skadedjur och växtsjukdomar, 85-92.
- Alness, K. & Hagenvall, H. 1994. Dos-respons i forskning och praktik. 35:e svenska växtskyddskonferensen. Skadedjur, växtsjukdomar och ogräs, 201-212.

Andersson, B. 1996. Prognos för potatisbladmögel. 37:e svenska växtskyddskonferensen. Jordbruk - skadedjur, växtsjukdomar och ogräs, 167-171. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.

Andersson, B. & Wiik, L. 1994. Aktuellt om bladmögelbekämpning i potatis. Preparatprovning. Potatisodlaren, 1, 49-51.

Andersson, B., Sandström, M. & Strömberg, A. 1998. Indications of soil borne inoculum of *Phytophthora infestans*. *Potato Research*, 41, 305-310.

Andersson, A., Wiik, L. & Pålsson, L. 1993. Redogörelse för visuella mätningar i tre försök med linjärt ökad dos med preparatinjicerare i potatis – Bladmögelbekämpning och blastdöning. *Medd. från södra jordbruksförsöksdistriktet*, 40, 19:1-19:7.

Anon. 1957. Bekämpa bladmögel och brunröta. Försök och forskning, årg. 14, maj 1957, nr. 5, 8 s. Under redaktion av Jordbrukets Upplysningsnämnd.

Anon. 2000. Jordbruksstatistisk årsbok 2000. Sveriges officiella statistik. Jordbruksverket. Statistiska centralbyrån.

Anon. 2002. SPSS. (www.spss.com/Pubs).

Bardsley, R. A., Shattock, R. C. & Day, J. P. 1996. Studies investigating the sensitivity of *Phytophthora infestans* to propamocarb hydrochloride. *Proceedings from Brighton Crop Protection Conference 1996. Pest and diseases*, vol. 2, 719-724.

Berg, G. & Wiik, L. 1997. Tidiga angrepp av bladmögel. *Stärkan*, nr. 1, 19. (Lyckeby Stärkelsen, tidskrift för personal och fabrikspotatisodlare).

Berggren, B. 1981. Svenska undersökningar rörande prognosystem för potatisbladmögel. *Växtskyddsrapporter. Jordbruk* 15, 27-36. SLU, Uppsala.

Bourke, A. & Lamb, H. 1993. The spread of potato blight in Europe in 1845-6 and the accompanying wind and weather patterns. Published by the Meteorological Service, Glasnevin Hill, Dublin 9.

Bradshaw, N. J. 1992. The use of fungicides for control of potato late blight (*Phytophthora infestans*). *Aspects of Applied Biology*, no. 33, 101-106.

Bradshaw, N. J. 2006. Report of the fungicide sub-group: Discussion of potato early and late blight fungicides, their properties & characteristics. PPO-special report no. 11 March 2006, 95-100 (eds. Westerdijk and Schepers).

Bugiani, R., Cavanni, P. & Ponti, I. 1993. An advisory service for the occurrence of *Phytophthora infestans* in tomato in Emilia-Romagna region. *EPPO Bulletin* 23, 607-613.

Carlsson, H. 1994. Sortproblematiken i svensk potatisodling. 35:e svenska växtskyddskonferensen. Skadedjur, växtsjukdomar och ogräs, 105-111. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.

Clayton, R. C. & Shattock, R. C. 1995. Reduced fungicide inputs to control *Phytophthora infestans* in potato cultivars with high level of polygenic resistance. *Potato Research* 38, 399-405.

Comtois, P. 1997. Pollen dispersal and long distance transport: the case of thermophilic pollen in subarctic Canada. *Aerobiologia* 13: 37-42.

Dahlberg J, Andersson B, Nordskog B & Hermansen A 2002. Field survey of oospore formation by *Phytophthora infestans*. GILB'02 Conference Late blight: Managing the global threat 11-13 July Hamburg, Germany. Poster and Abstract, 1p.

Dowley, L. J. & O'Sullivan, E. 1995. Potato late blight control. Technical manual. Teagasc. Agriculture and Food Development Authority, Ireland. ISBN 0-948321-91-1.

Egan, A. R., Murray, A. & Mullins, S. 1995. Past history and future prospects for fungicides for the control of *Phytophthora infestans* on potatoes. Proceedings of the EAPR conference *Phytophthora infestans* 150, 9-16 sept. 1995, 160-170. (Eds. Dowley, L.J., Bannon, E., Cooke, L.R., Keane, T. & O'Sullivan, E.) Boole Press Ltd, Dublin.

Ekström, U. 1990. Försök med prognosmetoder för behovsanpassad bekämpning av potatisbladmögel (*Phytophthora infestans*) i matpotatis. *Växtskyddsnotiser* 54:1, 29-36.

Eriksson, J. 1916. Det primära utbrottet av bladmögel (*Phytophthora infestans*) på potatisplantan. Föredrag hållet vid Kgl. Landbruks-Akademiens sammanträde den 15 maj 1916. Ivar Hægströms boktryckeri A. B. Stockholm 1916.

Erjefält, L. 1996. Växtförädlingens möjligheter att begränsa skadegörarproblemen i potatis. 37:e svenska växtskyddskonferensen, 151-158. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.

Erjefält, L. 1997. Potatis. I Den svenska växtförädlingens historia. Jordbrukets utveckling sedan 1880-talet. (Ed. Gösta Olsson). Kungl. Skogs- och Lantbruksakademien. Skogs- och lantbrukshistoriska meddelanden, nr 20, 253-262.

Faegri, K. & Iversen, J. 1989. Textbook of Pollen Analysis, IV Ed. John Wiley & Sons, Chichester, New York, Brisbane, Toronto, Singapore

Gans, P., Carson, W. D., Pearson, N. & Owen, L. L. 1995. Exploiting cultivar resistance to control potato blight (*Phytophthora infestans*). Proceedings of the EAPR conference *Phytophthora infestans* 150, 9-16 sept. 1995, 345-350. (Eds. Dowley, L.J., Bannon, E., Cooke, L.R., Keane, T. & O'Sullivan, E.) Boole Press Ltd, Dublin.

Hagenvall, H. 1995. Sprutteknik i växtskyddsarbetet. Faktablad om växtskydd, 47 J. Sveriges lantbruksuniversitet. Uppsala.

Hagenvall, H. 2000. Spridarmunstycken för lantbrukssprutor. Växtskyddet informerar 00-03-30, 3 s. Jordbruksverket 2000.

Hagman, J. 1998. Matpotatissorter i svensk odling. ISBN 91-576-5361-5. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för växtodlingslära, 22 s. Uppsala.

Hansen, J. G., Andersson, B. & Hermansen, A. 1995. NEGFRY - A system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. Proceedings of the EAPR conference *Phytophthora infestans* 150, 9-16 sept. 1995, 201-208. (Eds. Dowley, L.J., Bannon, E., Cooke, L.R., Keane, T. & O'Sullivan, E.) Boole Press Ltd, Dublin.

Hemmen, C. 1997. Erfahrungen zur bekämpfung von braunfäule an kartoffelknollen. *Nachrichtenblatt des Deutschen Pflanzenschutzdienstes*, 49, 7, 178-181.

Hirst, J. M. & Hurst, G. W. 1967. Long-distance spore transport. In: Gregory, P. H., & Monteith, J. L. (eds.): *Airborne microbes*. 17th symp. soc. gen. microb. Imp. coll. Lond. Cambridge University Press, Cambridge.

Hjelmroos, M. 1991. Evidence of long-distance transport of *Betula* pollen. *Grana* 30: 215—228.

Kadir, S. & Umaerus, V. 1987. *Phytophthora infestans* A2 compatibility type recorded in Sweden. In: *Book of Abstracts 10th triennial conference EAPR*, Aalborg, Denmark, p. 223.

Lindfors, T. 1941. Beredskap mot potatisbladmögel. *Växtskyddsnotiser*, nr 3, 33-34.

Olofsson, B. 1964. Undersökningar rörande förutsättningarna för bladmögelbekämpning med hjälp av varningstjänst baserad på meteorologiska data. *Statens Växtskyddsanstalt. Medd.* 15:156, 479-497.

Olofsson, B. 1977. Bladmögel och brunröta, *Phytophthora infestans*, på potatis. I-III. Växtskyddsrapporter. *Jordbruk* 2, 1-60. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Olofsson, B. 1987. Kan fungicidanvändningen inom potatisodlingen minskas. *Växtskyddsnotiser*, 51, nr. 5-6, 155-159.

Olofsson, B. 1992. Försök med reducerade fungiciddoser vid bekämpning av potatisbladmögel, *Phytophthora infestans*, i motståndskraftiga potatissorter. *Växtskyddsnotiser* 56:1, 13-16.

Olofsson, B. & Bengtsson, A. 1989. Bekämpning av bladmögel och brunröta på potatis. *Lantbruksinformation*, 9, 16 s. Lantbruksstyrelsen, Jönköping.

Olofsson, B. & Carlsson, H. 1994. Sortanpassad bekämpning av potatisbladmögel, *Phytophthora infestans*. *Växtodling* 52, 37 s. Uppsala 1994.

Olofsson, B., Svensson, E. & Johnsson, L. 1994. Bekämpning av potatisbladmögel, *Phytophthora infestans*, i fabrikspotatis. Rapport 1. Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtskyddsvetenskap, 49 s. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp.

Ort, O., Doller, U., Reissel, W., Lindell, S. D., Hough, T. L., Simpson, D. J. & Chung, J. P. 1997. α -Hydroxyaryllacetamides: a new class of fungicidally active compounds. *Pesticide Science*, 50:4, 331-333.

Osvald, H. 1959. Åkerns nyttoväxter. AB svensk litteratur. Esselte Aktiebolag, Stockholm.

Pethybridge, G. H. & Murphy, P. A. 1913. On pure culture of *Phytophthora infestans* de Bary and the development of oospores. Science proceedings of the Royal Dublin Society 13, 566-588.

Sassner, F. 1999. Prognosmodeller för bladmögelbekämpning. Meddelande från Södra Jordbruksförsöksdistriktet nr 50, 30:1:1-30:1:8.

Sassner, F. 2000. Utvärdering av PLANT-Plus - en prognosmodell för potatisbladmögel. Examensarbete på agronomprogrammet. Stencil, 28 s.

Simonsen, J. 1993. Kartoffelskimmel: Sprøjteintervaller og sortsforselle. 10. Danske Planteværnkonference. Sygdomme og skadedyr. Tidsskrift for Planteavl's Specialserie. Beretning nr. S 2237 - 1993, 153-158. Landbrugsministeriet. Statens Planteavlsforsøg.

Sundell, B. 1977. Växtskadegörare i jordbruket. Delrapport 1: Ekonomisk värdering av förluster. Rapport från Institutionen för ekonomi och statistik, nr 109, 68 s. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Sundell, B. 1979. Växtskadegörare i jordbruket. Delrapport 2: Ekonomisk värdering av olika bekämpningsåtgärder. Rapport från Institutionen för ekonomi och statistik, nr 151, 124 s. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Sundell, B. 1980. Växtskadegörare i jordbruket. Delrapport 3: Ekonomiska effekter av en minskad användning av kemiska bekämpningsmedel. Rapport från Institutionen för ekonomi och statistik, nr 170, 131 s. Sveriges lantbruksuniversitet, Uppsala.

Syrén V. & Wiik L. 1993. Aktuellt om bladmögelbekämpning i potatis. Potatisbladmögel - Behovsanpassad fungicidanvändning. Medd. från södra jordbruksförsöksdistriktet, 40, 15B:1-15B:5. SLU Alnarp.

Tyldesley, J. B. 1973a. Long-range transmission of tree pollen to Shetland. I. Sampling and trajectory. New Phytol. 72: 175-181.

Tyldesley, J. B. 1973b. Long-range transmission of tree pollen to Shetland. II. Calculation of pollen deposition. New Phytol. 72: 183-190.

Umaerus, V. 1996. Ny parningstyp av potatisbladmögel till Europa - konsekvenser? 37:e svenska växtskyddskonferensen, 31 januari - 1 februari Uppsala 1996. Jordbruk - Skadedjur och växtsjukdomar och ogräs, 159-165.

Wiik, L. 1996. Bekämpning av potatisbladmögel i Sverige. 13. Danske Planteværnkonference, SP rapport (Landbrugs- och Fiskeriministeriet, Statens Planteavlsforsøg), nr. 4, 29-40.

Wiik, L. 1997. Bladmögelbekämpning: Senare sprutning, lägre dos, samma effekt. Stärkan, nr. 1, 14-16. (Lyckeby Stärkelsen, tidsskrift för personal och fabrikspotatisodlare).

Wiik, L. 2000a. Fungicide strategies against late blight and late blight tuber rot. NJF-seminar 3-6 October 2000, Bäckaskog, Sverige. Stencil, 1 s.

Wiik, L. 2000b. Potatisbladmögel och grannsämja. Potatisodlaren, nr. 3, 22-26.

- Wiik, L. 2001a. Bekämpning av potatisbladmögel och brunröta. Potatisodlaren, nr. 1, 46-47.
- Wiik, L. 2001b. Kemisk bekämpning av bladmögel. Potatisodlaren nr 3, 34-39.
- Wiik, L. 2001c. Erfarenheter av Plant-Plus internationellt och i Sverige. Prognosdag på Alnarp den 15 februari 2001. Stencil, 5 s.
- Wiik, L. 2002. Fungicide strategies against late blight in Sweden. GILB'02 Conference Late blight: Managing the Global threat, 11-13 July 2002, Hamburg, Germany. Poster and abstract, 1 p.
- Wiik L. 2004. Potato late blight in Sweden: Results from field trials 1998-2003. PPO-Special Report no. 10. On internet www.lateblight.nl, 321-342.
- Wiik, L. & Erjefält, L. 2001. Bekämpningsstrategier mot potatisbladmögel. Meddelande från Södra Jordbruksförsöksdistriktet nr 54, 15:1-15:4.
- Wiik, L. & Olofsson, B. 1995. Control of potato late blight (*Phytophthora infestans*) in Sweden. Proceedings of the EAPR conference *Phytophthora infestans* 150, 9-16 sept. 1995, 376-377. (Eds. Dowley, L.J., Bannon, E., Cooke, L.R., Keane, T. & O'Sullivan, E.) Boole Press Ltd, Dublin.
- Zaag, D. E. van der. 1956. Overwintering and epidemiology of *Phytophthora infestans*, and some new possibilities of control. T. *PlZiekten*, 62, 89-156.