



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Nutida och framtida möjligheter till att förebygga angrepp av bladmögel (*Phytophthora infestans*) i matpotatisodling med hjälp av integrerat växtskydd.

- En studie med fokus på hållbarhet

Contemporary and future possibilities to prevent infection of late blight (*Phytophthora infestans*) in table potato cultivation using integrated pest management.

- A study focusing on sustainability

Josefine Nordlander



Institutionen för biosystem och teknologi
Självständigt arbete • 15 hp • Grundnivå, G2E
Hortonomprogrammet
Alnarp 2020

Nutida och framtida möjligheter till att förebygga angrepp av bladmögel (*Phytophthora infestans*) i matpotatisodling med hjälp av integrerat växtskydd.
Contemporary and future possibilities to prevent infection of late blight (*Phytophthora infestans*) in table potato cultivation using integrated pest management.

Josefine Nordlander

Handledare: Erland Liljeroth, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för växtskyddsbiologi.

Examinator: Helene Larsson Jönsson, Sveriges lantbruksuniversitet,
Institutionen för biosystem och teknologi.

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i biologi

Kurskod: EX0493

Program/utbildning: Hortonomprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2020

Omslagsbild: Josefine Nordlander

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Alternativ till fungicider, bladmögel, inducerad resistens, integrerat växtskydd, skadebild, smittspridning, växtfysiologi, växtföljd.

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap
Institutionen för biosystem och
teknologi

Förord

Jag vill börja med att rikta ett stort tack till min handledare *Erland Liljeroth* som har kommit med många tänkvärda synpunkter och tips under arbetets gång. Erland förmedlade även kontakten med *Anders Andersson*, ordförande i potatisodlarnas riksförbund, som delade med sig av sina tankar via telefon samt gav mig kontaktuppgifter till medlemmarna i förbundet. Vill tacka Anders för denna hjälp samt tala om hur mycket jag uppskattar att de tillfrågade odlarna tog sig tid att ställa upp i intervjuerna. Era kunskaper och synpunkter har varit ovärderliga!

Vill önska er en trevlig och intressant läsning,

Josefine Nordlander

2020-01-20

Sammanfattning

Denna litteraturstudie handlar om hur man inom matpotatisodling kan arbeta förebyggande med integrerat växtskydd (IPM) för att minska användningen av fungicider. Fokuset ligger främst på hur angrepp av bladmögel, orsakas av algsvampen *Phytophthora infestans*, kan förebyggas. Studien inleds med en beskrivning av patogenens sjukdomsförlopp och potatisplantans skadebild. Därefter kommer en utförlig redogörelse för de fyra grundpelare som integrerat växtskydd bygger på. Arbetet innefattar även intervjuer med sex olika odlare från Skåne och Halland, med syfte att få en förståelse för hur de praktiskt tillämpar integrerat växtskydd. Intervjuerna har gett en klarare bild av vilka utmaningar branschen står inför. Bland annat spelar konsumenternas efterfrågan en stor roll när det handlar om vilka sorter som odlas och de sorter som är mest mottagliga för bladmögel är ofta de som är mest efterfrågade. Ett lågt och ständigt minskande utbud av kemiska bekämpningsmedel kräver också nytänkande och alternativa bekämpningsmedel och metoder måste tas fram. Kemikalieinspektionen behöver se över om alternativa bekämpningsmedel kan genomgå en enklare registreringsprocess och huruvida vissa av dessa medel kan undantas från bekämpningsmedelsskatten. Principen integrerat växtskydd spelar en viktig roll när det kommer till att minska mängden fungicider som används i potatisodling. Under arbetets gång har det även blivit tydligt att det som beskrivs som den lämpligaste förebyggande åtgärden i teorin inte alltid fungerar att tillämpa i praktiken. Det är mycket som odlaren måste ta hänsyn till, inte minst ekonomiska faktorer. I arbetet diskuteras även framtida möjligheter till att förstärka växtens egna försvar mot patogener, bland annat genom inducerad resistens. Två exempel på metoder som kan inducera växtens resistens tas upp. Vid Sveriges Lantbruksuniversitet har man forskat på möjligheterna att applicera aminosyran BABA, *alternativt* växtförstärkaren kaliumfosfit, i kombination med en lägre dos fungicider. Resultaten visar att genom att kombinera kaliumfosfit eller BABA med en lägre dos av fungiciden Shirlan, kan man minska mängden kemiska bekämpningsmedel som behöver appliceras i fält, samtidigt som man inte gör avkall på effekten av bekämpningen eller påverkar avkastningen. Det finns dock hinder kopplade till en eventuell framtida användning av dessa ämnen som en del av IPM-strategin. Applicering av BABA i större fältförsök har inte gett lika goda resultat som vid mindre försök, dessutom är det i dagsläget inte en ekonomiskt försvarbar metod. Applicering av kaliumfosfit är ekonomiskt försvarbart, men resthalter har påträffats i knölarna. Detta skall dock inte vara skadligt, då toxiciteten är mycket låg.

Abstract

The aim of this literature study is to investigate how to minimize the fungicide use in table potato production using IPM-strategy. The main focus lies upon how to prevent the infection of late blight, caused by the oomycete *Phytophthora infestans*. This thesis begins with an explanation of the disease course and the appearance of lesions. The principles of IPM and how they are applied in table potato cultivation will be subsequently discussed. This literature study also includes interviews with six growers from Scania and Halland. The purpose of the interviews is to gain a second perspective and an understanding of how they practically apply IPM. The consumer demand plays a major role when deciding which cultivars to grow, and the cultivars grown are often the most susceptible ones. A low and continuously diminishing range of both pesticides and herbicides requires innovations and alternative control methods and the development of new substances. The Swedish chemical agency needs to revise the registration processes and decide whether these alternative substances such as biodegradable fungicides could be excluded from the tax system. The concept of IPM is important in reducing the use of pesticides in potato cultivation. The interviews clarified some of the challenges this business is facing. What is described as the most appropriate preventative intervention in the literature is not always possible to apply in practice. There are a lot of things that the grower must take into consideration, such as economic factors.

This thesis also addresses future possibilities to strengthen the plants' inner defense against pathogens, using induced resistance. Two examples of induced resistance are mentioned. At the Swedish University of Agricultural Sciences, studies about the possibilities to apply the amino acid BABA, or the plant strengthener potassium phosphite, combined with a reduced amount of fungicides has been performed. The results show that it is possible to reduce the amount of fungicides used by combining these two, without lowering the yield or reducing the effectiveness of the fungicide. However, there are some obstacles regarding the future usage of these substances. Application of BABA did not give as good results when applied in a larger field trial, as in the smaller trials. This method would also be very expensive. Application of potassium phosphite would be possible from a financial perspective, but residues were found in the potatoes after harvest and storage. These residues are, however, not considered to be harmful, since the toxicity is very low.

Innehållsförteckning

1	Inledning	9
1.1	Bakgrund	9
1.2	Syfte	10
1.3	Avgränsning	10
1.4	Material och Metod	10
2	Begreppet integrerat växtskydd	11
3	Livscykel - <i>Phytophthora infestans</i>	12
3.1	Sjukdomsförlopp	12
3.2	Skadebild	13
4	Miljöfaktorers inverkan	15
5	Förebygga	15
5.1	Val av fält	16
5.2	Växtföljd	16
5.3	Förgroning och utsäde	16
5.4	Bekämpning av ogräs och alternativa värdar	17
5.5	Sortval	18
5.6	Skörd och lagring	18
6	Bevaka	19
7	Behovsanpassa	20
8	Följa upp	20
9	Intervju med odlare	20
9.1	Intervju - del 1	21
9.2	Intervju - del 2	22
10	Framtida alternativ till kemiska bekämpningsmedel inom potatisodling	27
10.1	Funktionen av växtens egna försvar	27
10.2	Forskningen	31
11	Diskussion	34
12	Felkällor	38
13	Referenslista	39
14	Bilaga 1	42

Ordlista

Apoplast – Utrymmet utanför cellerna i en växt.

Arvsplantor - Plantor som kommer upp ur överliggare.

Avirulensgen - Förkortning Avr. En gen hos patogenen som kan kännas igen av värdväxtens resistensgen och trigga igång växtens försvarssystem.

"Effector triggered immunity" - Förkortning, ETI. Samlingsnamnet för skyddsmekanismer i växten som triggas av *effektorer*. Som exempelvis *hypersensitivitets respons*.

Effektorer - enzymer, toxiner eller tillväxtregulatorer som patogener använder sig av, som underlättar angrepp genom att exempelvis påverka växtens metabolism eller hormonreglering.

Flagell - En organell som förekommer på vissa eukaryota och prokaryota celler såsom bakterier eller svampsporor. Används vid förflyttning.

Förfrukt - Benämningen på den gröda som odlats närmast före nuvarande gröda.

Haustoria – En struktur som växer runt eller in i en annan struktur och suger åt sig näring.

Hyfer - Tunna, små trådar av celler som svampar är uppbyggda av. Många hyfer bildar tillsammans ett mycel.

Hypersensitivitets respons - Förkortning, HR. En av växternas skyddsmekanismer vid angrepp av patogener. Växten initierar celldöd runt angreppspunkten för att stoppa angreppet. Hypersensitiv respons är ett exempel på ett resultat av *effector triggered immunity*.

Inducerad resistens - Förkortning, IR. Benämning på växtens sätt att mobilisera sina egna resistensmekanismer vid en andra infektion av samma patogen. Innefattar ISR och SAR.

"Induced systemic resistance" – Förkortning, ISR. Exempel på en form av inducerad resistens som induceras av mikroorganismer.

"Integrated Pest Management" - Förkortning, IPM. Integrerat växtskydd.

Kallos – En polysackarid som växten kan producera, vilken förstärker eller agerar som temporär cellvägg då växten stressas eller skadas.

Lenticeller – Växtvävnad med stora intercellulära mellanrum som fungerar som en por, med syfte att underlätta gasutbytet mellan växt-atmosfär.

"Microbe-associated molecular pattern" - Förkortning, MAMP. Molekylära mönster hos patogener som växter kan känna igen.

Mycel – Strukturen sporangioforerna sitter på.

Naturlig selektion - Den individ som är bäst anpassad överlever och reproducerar sig, vilket på sikt kan leda till en evolutionär förändring av organismer.

Nekros – Cell- och vävnadsdöd till följd av sjukdom

Oomycet - Kallas också algsvamp. Är dock ingen svamp, utan är närmare besläktad med exempelvis brunalger.

Oosporer – en tjockväggig, långlivad sexuellt bildad spor.

Pattern recognition receptors - Förkortning, PRRs. Receptorer som sitter på växtcellernas yta och som känner igen *Microbe-associated molecular pattern* hos patogenen som angriper. Triggas igång försvarssystemet hos växten.

Phytophthora infestans – Algsvampen som orsakar bladmögel hos potatis.

Reaktiva syreradikaler - Förkortning, ROS. En grupp syreföreningar som är mycket reaktiva och kan orsaka skada på biologiska molekyler.

Resistensgener - Förkortning, R-gener. Känner igen patogenens *effectors* inne i växtcellerna och kan trigga igång växtens försvarsmekanismer.

Salicylsyra - Förkortning, SA. inducerar produktionen av PR-proteiner, som är en del av växtens naturliga försvarssystem.

"Secretome" – De proteiner som utsöndras från växtcellen ut i apoplasten.

Sekundära metaboliter - Organiska föreningar som växter producerar och använder som skydd mot herbivorer.

Solanum physalifolium - Bägarnattskatta

Sporangie – Det organ som producerar sporer, kallas även sporgömma. Sprids oftast med vinden.

Sporangiofor – Strukturen som sporangierna sitter på.

Sporer – Könlösa spridningskroppar, vanliga hos mossor, ormbunkar och svampar.

Stomata - Klyvöppningar som sitter på bladens undersida för gasutbyte.

Systemic acquired resistance - Förkortning, SAR. Ett exempel på inducerad resistens.

Vildtyp - Den ursprungliga varianten av en art. Den som förekommer vilt i naturen.

Zoosporer – En asexuell spor som kan förflytta sig med hjälp av en *flagell*.

Överliggare - Smittade potatisknölar som ligger kvar i fältet från föregående säsong.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Potatisbladmögel, som orsakas av algsvampen *Phytophthora infestans*, är en av de mest studerade växtsjukdomarna i världen. Trots detta finns det idag inga alternativa bekämpningsmetoder som är lika effektiva som de kemiska växtskyddsmedlen (Tsedaley 2014). Tillgången på växtskyddsmedel begränsas mer och mer då många gamla preparat försvinner från marknaden. Vid bekämpning av bladmögel finns visserligen flera effektiva kemiska medel tillgängliga, däremot är det i längden inte hållbart att enbart förlita sig till dessa. Genom att kombinera både förebyggande såväl som direkta åtgärder samt arbeta behovsanpassat enligt principen *integrerat växtskydd (IPM)*, finns en möjlighet till att kunna uppnå en odling som är hållbar. Dels ur miljösynpunkt, men även ekonomiskt samt arbetsmässigt.

År 2014 fattade Sveriges regering ett beslut om en ny förordning om bekämpningsmedel (SFS 2014:425), vilken började gälla i juli samma år. Förordningen säger att alla som brukar bekämpningsmedel måste följa de allmänna principer som råder inom IPM. Detta ställer krav på svenska odlare att följa de rekommendationer som Jordbruksverket ger (Gerdtsen et al. 2019).

Om förhållanden för *P. infestans* är gynnsamma kan ett potatisfält behöva behandlas med fungicider upp till 10 gånger per säsong, ibland ännu mer (Fogelfors 2001). De matpotatissorter som är mottagliga odlas ofta i större utsträckning än de som är helt eller delvis resistenta. Avkastningsförmågan är bättre (Wiik et al. 2017) och konsumenterna efterfrågar dessa sorter. Anders Andersson¹, ordförande i potatisodlarnas riksförbund, säger att några av de vanligaste sorterna som odlas idag är King Edward, Fakse, Gala, Belana och Melody. Han menar vidare att dessa är helt eller delvis mottagliga för algsvampen *Phytophthora infestans* som orsakar potatisbladmögel, vilket är en stor anledning varför stora mängder fungicider används i odlingen. Genom att jämföra hur stor andel av Sveriges totala odlingsareal som används till potatis, med den mängd fungicider som går åt, det vill säga en tredjedel av all fungicidanvändning inom agrikultur, så får man en klar bild av hur beroende dagens potatisodlingar är av fungicider (Sjöholm 2012).

¹ Anders Andersson, ordförande i Potatisodlarnas riksförbund, telefonsamtal april 2017.

1.2 Syfte

Studien riktar specifikt in sig på bladmögelangrepp i potatisodling. Vad är bladmögel och hur angriper den potatis? Arbetet kommer redogöra för principerna inom integrerat växtskydd, växtens inre försvarssystem och inducerad resistens. Vad innebär integrerat växtskydd? Är det möjligt att inkludera *inducerad resistens* som en del av integrerat växtskydd? Syftet med denna litteraturstudie är att bidra med en förståelse för de verktyg som finns tillhanda idag, för att kunna uppnå ett hållbart sätt att odla. (Både ur miljösynpunkt, samt ekonomiskt och arbetsmässigt.) Studien riktar sig till personer som har grundläggande kunskaper inom biologi och ett intresse för växtskydd och hållbarhet inom såväl hortikultur som agrikultur. Tanken är även att genom intervjuer ge en bild av hur odlare praktiskt tillämpar Jordbruksverkets rekommendationer som speglar EU-direktivet 2009/128/EG – om hållbar användning av bekämpningsmedel (samt förordningen SFS 2014:425) samt ge svar på frågeställningen; vilka utmaningar står branschen inför?

1.3 Avgränsning

Arbetet kommer begränsas till att handla om svensk, konventionell odling av matpotatis på friland i Skåne och Halland. Ekologisk odling samt odling av stärkelsepotatis kommer ej tas upp. Arbetet riktar in sig på algsvampen *Phytophthora infestans* som orsakar bladmögelangrepp. Inga andra växtsjukdomar eller skadeangrepp på potatis kommer behandlas i arbetet. Biologisk bekämpning kommer inte diskuteras ingående i arbetet. Prognosmodeller är en viktig del av IPM men kommer endast behandlas kortfattat.

1.4 Material och metod

Arbetet är huvudsakligen en litteraturstudie, men inbegriper även intervjuer med 6 potatisodlare. Syftet med intervjuerna är att bredda denna studie till att handla om mer än att bara samla in och återge information från litteraturen. Branschfolkets perspektiv på ämnet är värdefullt och tanken är att intervjuerna skall ge en känsla för hur de använder sig av och ser på strategierna inom integrerat växtskydd samt vilka informationskällor de använder sig av när de behöver samla ny kunskap. Förhoppningen med intervjuerna var att de skulle tydliggöra eventuella brister eller utmaningar förknippade med IPM. Alla odlare är medlemmar i potatisodlarnas riksförbund, där ordförande Anders Andersson delade med sig av medlemsuppgifterna, vilka var inlagda i ett Excel-ark. 10 odlare valdes därefter ut genom slumpgeneratoren i Excel och frågorna skickades ut via e-post till dessa 10 odlare med en förfrågan om de ville delta. 6 stycken av dessa var villiga att delta. Intervjuerna hölls via

telefon och de odlare som intervjuats har sina odlingar i Skåne eller Hallands län. Formuläret med frågor går att finna i bilaga 2 och svaren på dessa redovisas i avsnitt 9 - *Intervju med odlare*.

2 Begreppet integrerat växtskydd

I kapitel 1 i EU-direktivet 2009/128/EG om åtgärder för att uppnå en hållbar användning av bekämpningsmedel definieras begreppet integrerat växtskydd såhär:

”Noga övervägande av alla tillgängliga växtskyddsmetoder och därpå följande integrering av lämpliga åtgärder som motverkar utvecklingen av populationer av skadliga organismer och som håller användningen av växtskyddsmedel och andra former av ingrepp på nivåer som är ekonomiskt och ekologiskt försvarbara och minskar eller minimerar riskerna för människors hälsa och miljön; integrerat växtskydd betonar odlingen av sunda grödor med minsta möjliga ingrepp i jordbruksekosystemen och uppmuntrar naturliga mekanismer för bekämpning av skadegörare och ogräs.”

Integrerat växtskydd handlar om att kombinera en mängd olika metoder och odlingsåtgärder för att minska risken för skadeangrepp samtidigt som man tar hänsyn till både miljön såväl som till den egna ekonomin. De fyra ledorden lyder; *förebygga, bevaka, behovsanpassa* samt *följa upp* och växtskyddsmedel ses som något som tas till i sista hand, då föregående metoder inte räcker till.

3 Livscykel - *Phytophthora infestans*

3.1 Sjukdomsförlopp

P. infestans hör till klassen algsvampar, eller *oomyceter* vilket de också kallas. Denna algsvamp angriper arter inom växtfamiljen *Solanaceae*, dit potatis hör. I boken *Plant pathology*, skriven av Agrios (1998) finns *P. infestans* sjukdomsförlopp beskrivet. Agrios förklarar att sjukdomsförloppet vanligtvis delas in i två faser. Första fasen kännetecknas av att de ovanjordiska delarna infekteras. Sjukdomsförloppet träder därefter in i sin andra fas då de underjordiska delarna på plantan infekteras. *P. infestans* kan infektera och bilda mycel i hela potatisplantan. På mycelet bildas en så kallad *sporangiofor* med *sporangier* som, efter mognadsfasen, kan spridas med hjälp av vind eller vatten. Såvida betingelser såsom temperatur och luftfuktighet är de rätta, kan sporangierna utvecklas på två olika vis. Antingen kläcks de och släpper ifrån sig *zoosporer* eller så börjar sporangierna gro och bilda ett mycel då de landar på en frisk potatisplanta. Mycelet växer in mellan cellerna och skickar in *haustorier* i cellerna som suger näring. Infektionen övergår sedan i nekrotisk fas, vilket resulterar i celldöd. När växten väl är infekterad kan det dröja så kort som fyra dagar tills mycelet hunnit bilda nya sporangioforer med mogna sporangier som kan sprida sig och infektera fler värdväxter i närheten. På så vis hinner många nya generationer genereras under en växtsäsong. Då algsvampen konsumerat den näring som är tillgänglig i cellerna, dör potatisblasten och sjukdomsförloppet kommer in i fas två.

Det förekommer mycket sällan att mycelet växer ner i knölarna från de överjordiska delarna. Vanligtvis infekteras knölarna genom att sporangier droppar ner från bladen till jorden vid regnfall eller bevattning. Knölarna närmast jordytan infekteras således av sporangier som släpper ifrån sig zoosporer. Zoosporerna gror och infekterar potatisknölarna genom skador eller *lenticeller*. Precis som i bladen bildas det sedan ett mycel i potatisknölen, som växer mellan cellerna och skickar in haustorier som konsumerar näringen ur cellerna.

Agrios (1998) menar vidare att *P. infestans* kan övervintra i jorden som oosporer eller mycel om förhållandena är gynnsamma. Detta kan resultera i ännu ett utbrott året därpå, om värdväxterna fortfarande finns tillgängliga. Under våren gror sedan oosporerna och bildar zoosporer. Ett mycel utvecklas och bildar zoosporangia som släpper ifrån sig zoosporer. Dessa zoosporer kan förflytta sig i fuktig jord och infektera andra mottagliga växtvärdar.

3.2 Skadebild

Blad

Som man kan se i figur 1 bildas nekrotiska fläckar på bladen vid angrepp av *P. infestans*. Detta sker till följd av den *hypersensitiva respons* (programmerad celldöd) som växten själv utlöser. Om luftfuktigheten är hög så bildas ett vitt mögelludd längs med fläckarnas kanter, främst på bladundersidan. Är luften torr kan en grågrön, millimeterbred kantzon anas kring de nekrotiska fläckarna på ovasidan bladet (Andersson & Sandström 2000).



Figur 1 – Angripna celler initierar hypersensitiv respons vilket resulterar i nekrotiska, mörka fläckar omgivna av hyfer, vilka bildar ett vitt mögelludd på undersidan och grågrönt mögelludd på översidan.

Stjälkar

Om smittade knölar används som utsäde, alternativt att smittade knölar ligger kvar i fältet från föregående säsong (sk. *överliggare*) växer mycelet in i groddarna och upp i stjälkarna. Då väderförhållandena är dem rätta visar sig angreppet som mörkbruna strimmor på stjälkar eller bladskaft (Andersson & Sandström 2000; CABI, 2019). Detta illustreras i figur 2.

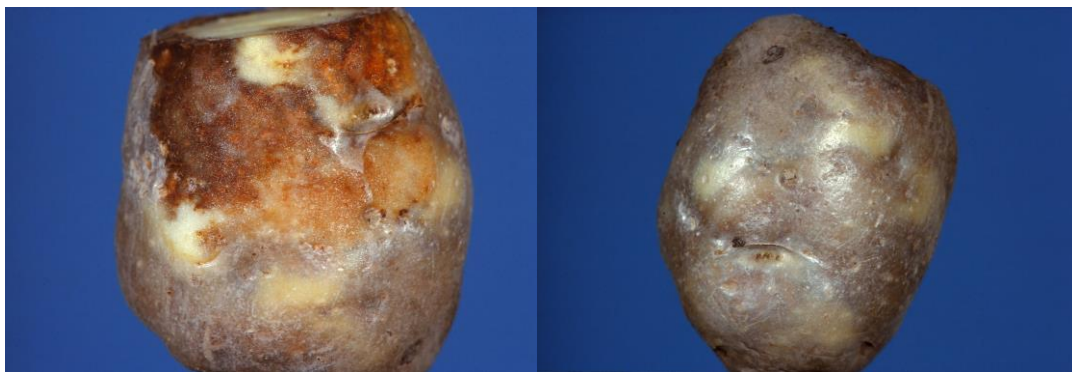


Figur 2 – Infekterade stjälkar får mörkbruna strimmor på stjälkarna.

Knölar

Infekterade knölar får så kallad *brunröta* och antar en färg som skiftar i rödbrunt, vilket går att se i figur 3. Oomyceten angriper oftast först i lenticeller, ögon eller skador och allteftersom infektionen fortsätter sprida sig mörknar de äldre angripna partierna och blir insjunkna. Det enklaste sättet att bedöma angreppet av *P. infestans* på knölar är genom att skära upp knölen. Angreppet startar alltid ytligt och angriper därefter knölen längre och längre in mot

centrum. Skärs knölen upp kan man se hur infektionen spridit sig i hela eller delar av knölen som en oregelbunden, torr, brun röta. Ofta får knölen sekundära infektioner av andra svampangrepp och bakterieangrepp, där det sistnämnda ofta leder till blötröta och en stark, ruttet lukt. I fält smittas vanligen knölarna genom att sporer följer med regnvatten eller bevattningvattnet ner i jorden, där de sedan gror och sporylerar (Rupp & Jacobsen 2017).



Figur 3 – Potatisknölar med brunröta antar en rödbrun färg och får insjunkna partier.

4 Miljöfaktorers inverkan

Allt som rör klimatet, såsom vind, temperatur, luftfuktighet med mera påverkar risken för infektion. Temperatur och luftfuktighet är två viktiga faktorer som inverkar på förekomsten av *P. infestans*. En hög relativ luftfuktighet och en temperatur mellan 16-22 °C gynnar algsvampen som mest och under dessa omständigheter sporulerar algsvampen som rikligast. Går den relativa luftfuktigheten under 80 % under 3-6 timmar förlorar *P. infestans* dock sin livsduglighet, då groningen av sporangia på blad endast sker om bladen är täckta med en tunn vattenhinna, samt om temperaturen ligger mellan 10-15 °C. Vid gynnsamma förhållanden kan sporangierna hinna gro klart redan efter 30 minuter, men i regel tar det upp till 2 timmar. Är vädret inte gynnsamt för algsvampen, det vill säga för varmt, för kallt eller för torrt, kan algsvampen överleva som sexuella oosporer eller mycel tills förhållanden för groningen förbättrats.

5 Förebygga

Genom att göra medvetna val när det kommer till odlingsplats, växtföljd, sort, utsäde med mera kan risken för angrepp reduceras och på så vis blir man inte lika beroende av växtskyddsmedel. Att förebygga sjukdomsangrepp är en mycket viktig grundpelare inom integrerat växtskydd (Jordbruksverket 2017d).

5.1 Val av fält

Den bästa jorden att odla potatis på är på lätta, stenfria jordar samt mulljordar (Fogelfors 2001). Genom att odla på en lätt jord som torkar upp snabbt minskas bland annat risken för att zoosporer bildas och sprids till kringliggande plantor. Det går att odla på tyngre jordar, men risken är då större att knölarna skadas vid upptag, eftersom det lättare bildas jordklumpar. Där finns också risk för syrebrist eller överskott av koldioxid i markporerna. Problemet då tunga jordar försvårar upptagningen är idag till viss mån möjligt att undvika med hjälp av modern teknik och bättre utrustning vid skörd.

5.2 Växtföljd

Vilken *förfrukt* som odlas på fältet har stor betydelse för infektionsrisken. Val av förfrukt påverkar inte bara risken för infektion av bladmögel. Väljer man en olämplig förfrukt riskerar potatisarna att drabbas av andra patogener och skadedjur. Odlar man exempelvis förfrukter som är mycket kväverika kan det ge problem med växnäringsbalansen och dessutom kan det försämra kokkvaliteten hos potatisen. Problem med knäpparlarver kan uppkomma om man väljer att odla potatis på äldre vallar. Lämpliga förfrukter till potatis är främst yngre vallar och stråsäd (Fogelfors 2001).

I rapporten "*Bladmögel och brunröta på potatis*" nämner Andersson & Sandström (2000) att om odlingen varit angripen av bladmögel tidigare kan sexuella oosporer bildats. Dessa kan ligga kvar i fältet i 3 till 4 år. Oosporerna gror sedan då förhållandena är gynnsamma. Därav bör en 4-årig växtföljd, som minst, tillämpas. Är växtföljden tätare än 4 år finns även risken att odlaren får problem med nematoder och skorv i fältet. Risken finns också att potatisen smittas av så kallade *överliggare*, det vill säga bladmögel-infekterade knölar som ligger kvar sedan året innan. Detsamma gäller med *arvsplantor*, vilket är benämningen på de plantor som uppkommit ur överliggare. Det är även viktigt att ta hänsyn till att kvarliggande växtmaterial från ogräs i Solanum-familjen kan sprida bladmögel.

5.3 Förgroning och utsäde

Andersson & Sandström (2000) menar vidare att det finns mycket som kan påverka hur lång tid det tar mellan sättnings och uppkomst. Sortval, förgroning, marktemperatur och utsädets utseende är några exempel. Sorter som mognar tidigare under säsongen kan hinna mogna och blastdödas innan bladmögelangreppet hinner komma. Enlig Fogelfors (2001) ger dock senare sorter högre avkastning.

Förgroning är en av de faktorerna som gynnar tidighet. Utsäde som förgrotts ger en snabbare uppkomst, då utsädet får en högre fysiologisk ålder. Förgroning kan förkorta växtperioden från sättnings till skörd med 1-2 veckor (Andersson & Sandström 2000). Genom att nyttja växtsäsongen bättre ökar avkastningen. Effekten av förgroning är större för sena sorter än för tidiga. Det är viktigt att se till att inte skada det förgrödda utsädet vid sättnings (Fogelfors 2001). Sorter som kommer upp tidigt på säsongen kunde man förr hinna blastdöda innan bladmögelangreppet kom. På senare år kommer dock angreppen allt tidigare på säsongen (Lehsten et al. 2017).

Vilken storleksfraktion utsädet har, har betydelse för skördemängden. Storleken på utsädet varierar mellan olika sorter, där 30-40 mm och 40-50 mm är vanligast. Större knölar bildar fler groddar och knölvikten på de utvecklade knölarerna blir större, medan små knölar är lättare att hantera vid sättnings. Certifierat utsäde garanterar hög kvalitet och låg halt av sjukdomar (Fogelfors 2001). En stor del av Sveriges utsädesproduktion är lokaliserad till norra Sverige eftersom där inte finns samma problem med bladlöss och virusöverföring. Vid produktion av utsäde är det mycket viktigt att blastdöda innan *P. infestans* hinner angripa (Andersson & Sandström 2000).

Fogelfors (2001) påpekar också att odlingsbetingelserna skiljer sig mellan olika länder, där längden på groningsvilan kan skilja sig åt och påverka produktionsresultatet om utsädet importeras från ett land med annorlunda tidsförskjutning av växtperioden. Risken är att det uppstår problem med utsädets fysiologiska ålder, att lagringsperioden blir förlängd eller förkortad, vilket ger antingen ett för ”ungt”, eller för ”åldrat” utsäde. Därav bör man även uppmärksamma varifrån utsädet kommer.

5.4 Bekämpning av ogräs och alternativa värdar

Det är lämpligt att vara uppmärksam på andra värdar för bladmögel som kan förekomma i fältet, såsom vissa ogräs ur potatissläktet (Sjöholm 2012). Ett mycket vanligt ogräs i radsådda grödor är *Solanum physalifolium*, bägarnattskattan. Bägarnattskattan gynnas av den bevattning som vanligtvis utförs i radsådda eller satta grödor. Dessutom är fältet en öppen yta cirka en månad efter att potatisen satts, vilket också gynnar ogräset. Nattskattans groningsprocess gynnas även av högre temperaturer, vilket är en risk då vissa typer av potatis satts senare. För tillfället påträffas nattskattan främst i de södra delarna av Sverige. Då

medeltemperaturen stiger till följd av klimatförändringarna, kommer troligtvis problemen så småningom även sprida sig till de norra delarna av Sverige.

Det finns många olika typer av nattskattor. *S. physalifolium* är en av de som orsakar störst problem i Sverige. Då *P. infestans* infekterar bågarnattskattan kan oosporer bildas (Andersson et al. 2003). Dessa kan övervintra, vilket resulterar i att smittan följer med in i nästa säsong. Utanför Sverige förekommer dock inte problem med *S. physalifolium* i samma utsträckning. Detta är troligtvis till följd av att där finns fler herbicider tillgängliga på marknaden, än vad som finns på den svenska marknaden idag.

Alla åtgärder som går att ta till för att undvika ett angrepp av bladmögel är mycket viktiga för att förhindra ett angrepp. Även ogräs som inte är värdar för *P. infestans* kan påverka spridningen (Tsedaley 2014). Ogräs kan minska vindens rörelse i fältet, vilket kan gynna utvecklingen av en infektion då det medför långsam upptorkning. Finns där mycket ogräs i fältet kan även spridningen och täckningen av fungiciden på potatisplantan påverkas negativt.

5.5 Sortval

Många sorter som odlas idag är mycket mottagliga för bladmögel. Valet styrs av konsumenternas efterfrågan, då dessa sorter har andra kvalitéer såsom god smak, bra kokegenskaper med mera. Flera vanligt förekommande sorter är fullt mottagliga för *P. infestans* på både knölar såväl som blasten, något som kräver att en större mängd fungicider appliceras för att motverka ett bladmögelangrepp. Vissa sorter är resistenta enbart på blasten eller knölar. Enligt Anders Andersson² är mer motståndskraftiga sorter, ur bekämpningssynpunkt, lämpligare att odla då dessa kräver mindre mängd växtskyddsmedel för att undvika ett bladmögelangrepp.

5.6 Skörd och lagring

Genom att blastdöda innan skörd underlättas bland annat upptagningen. Dessutom minskas risken för knölinfektion vid skörd, då algsvampen endast kan överleva genom att suga näring från levande växtceller. Att enbart använda sig av mekaniska blastkrossningsmetoder är svårt, då nya skott fortsätter bildas. Men genom att kombinera kemisk blastdödning ihop med mekanisk blastkrossning eller termisk blastdödning kan användningen av kemiskt blastdödningsmedel minskas till hälften (Andersson & Sandström 2000; Fogelfors 2001).

² Anders Andersson, ordförande i Potatisodlarnas riksförbund, telefonsamtal april 2017.

Efter blastdödning bör man avvakta cirka 10 dagar till skörd så att skal kan bildas. Samtidigt är det viktigt att det inte dröjer för länge till skörd, då knölarna kan drabbas av *Rhizoctonia solani*, lackskorvsangrepp (Andersson & Sandström 2000).

Sporangierna kan överleva en tid i avslagen blast och fuktig jord. De perfekta väderförhållandena för skörd är således en varm och torr dag, eftersom risken för att knölarna skall bli infekterade vid skörd ökar under fuktiga väderförhållanden. Om det finns sporangier på kvarvarande blast eller i jorden kan knölarna infekteras vid skörd. Infektionen märks inte av förrän knölarna lagrats ett tag. De angrips då hastigt av brunröta. De bästa lagringsförhållandena är en temperatur på 4 grader Celsius samt en relativ luftfuktighet på 92-95 %. Är den relativa luftfuktigheten för hög kan det resultera i vattenkondensation vilket ökar risken för att svamp- och bakteriesjukdomar sprider sig. Är luftfuktigheten i sin tur för låg blir vattenavgången hög, vilket torkar ut knölarna (Fogelfors 2001).

6 Bevaka

På Jordbruksverkets hemsida (2017b) finns mycket information om integrerat växtskydd, dess principer och hur dessa skall tillämpas. Det första steget när det kommer till bevakning är att gå ut i fält och kontrollera sina odlingar regelbundet. Vissa områden i fälten kan ha större risk att angripas av skadegörare och patogener. När det gäller *P. infestans*, som trivs när det är fuktigt, bör man hålla extra uppsikt i svackor där mikroklimatet är extra gynnsamt för algsvampen. Jordbruksverkets generella rekommendation för alla grödor är att odlaren går diagonalt över fältet och kontrollerar 10 plantor på olika ställen längs vägen. Att skaffa sig kunskap om olika skadegörare, patogener och deras biologi är en viktig del för att kunna bekämpa dem så effektivt som möjligt. Det är också en god idé att hålla sig uppdaterad med information från exempelvis Jordbruksverket, då de varje år följer utvecklingen av olika skadegörare och registrerar fynd av potatisbladmögel på en karta. Det finns också möjlighet att ta hjälp av olika beslutsstödssystem med inbyggda modeller för prognos. De vanligaste när det gäller potatisbladmögel är VIPS, Dacom och Skimmelstyrning. Dessa olika system är uppbyggda på olika sätt men med hjälp av dessa kan odlaren bland annat få reda på infektionstryck, dagliga riskvärden, väderdiagram och rekommenderad dos av bekämpningsmedel.

7 Behovsanpassa

Behovsanpassning handlar om att välja den mest lämpliga bekämpningsåtgärden då ett växtskyddsproblem uppstår. Att inte använda mer växtskyddsmedel än vad som är nödvändigt gynnar både miljön och den egna ekonomin. Prognosmodeller är också en del av behovsanpassningen då de används som beslutsstöd för bekämpningen. Biologisk bekämpning kan vara ett lämpligt alternativ till kemisk bekämpning. Idag är det dock brist på alternativ till kemisk bekämpning när det kommer till bekämpning av bladmögel i potatisodling (Jordbruksverket, 2017a).

8 Följa upp

Jordbruksverket (2017c) skriver vidare att det är viktigt att följa upp årets bekämpning och samla in information då det kan ligga till grund för nästa säsong. Detta görs genom att odlaren för sprutjournal och skriver ner vilken nytta åtgärderna haft. Ett annat vanligt sätt är att anlägga en så kallad *nollruta* i fältet där grödorna odlas. Det är en ruta som lämnas obehandlad, för att kunna jämföra och undersöka vilka effekter bekämpningen haft. Dock är det inte lämpligt att anlägga en nollruta i potatisodlingar, på grund av den höga spridningsrisken av *P. infestans*. I vissa fall kan det vara en god idé att rita upp en karta över fälten och för varje säsong markera vart problemen finns. På så vis kan det vara enklare att se om det finns ett mönster eller samband och det blir då lättare att kunna ta till rätt åtgärder.

Genom att hålla sig informerad och uppdaterad om aktuella odlingsförsök och nya forskarrön kan odlaren få inspiration och nya idéer och det finns flertalet tidsskrifter som kan tillhandahålla denna information.

9 Intervju med odlare

Sex odlare i Skåne och Halland intervjuades via telefon. Alla odlar höst- och vinterpotatis. Kontaktuppgifterna till dessa odlare tillhandahölls av Anders Andersson, ordförande i potatisodlarnas riksförbund och alla är medlemmar i detta förbund. Fem producerar potatis till dagligvaruhandeln medan en av de intervjuade producerar främst till skalning och industri. Frågorna som ställdes återfinns i bilaga 1. Den första delen av frågorna består främst av ja- och nej-frågor. Det fanns även möjlighet för odlarna att utveckla sina svar, med syfte att få en bättre förståelse för varför de valde det ena alternativet framför det andra. Observera att alla påståenden som görs enbart är baserade på vad odlarna svarat i intervjun.

9.1 Intervju - del 1

Alla odlare är anslutna till IP-sigill. De potatissorter som odlas är; Melody, Asterix, King Edward, Inova, Bintje, Solist, Ditta, Mandel, Connect, Gala, Ballerina, Sparris, Fakse och Regina. Alla odlar minst tre av dessa. Den sort som förekommer mest är King Edward som odlas av alla utom en. Den person som inte odlar King Edward har slutat med det eftersom hen inte står lika nära konsumenterna i produktionskedjan, utan skickar sina potatisar till skalning och industri. Denna person sade sig då ha möjlighet att välja sorter såsom Melody och Regina som har bättre motståndskraft mot bland annat bladmögel. Alla köper in certifierat utsäde, men två odlare producerar en viss del av sitt utsäde själva. Det utsäde som de producerade själva, var ej certifierat. Vid vilken tidpunkt på dygnet man väljer att bevattna sina fält visade sig till största delen styras av tidstillgång, behov och vilken typ av bevattningsmetod odlaren har tillgänglig. Odlarna bevattnar med kanon, ramp eller bådadera. De som använder sig av rampbevattning kör under dagen, men resten försöker i största möjliga mån bevattna under natten.

En fråga handlar om vilka informationskällor de använder sig av för att inhämta ny kunskap. Violas potatistidning var något som frekvent nämndes vid intervjuerna när det gällde tidsskrifter. Alla visade sig också köpa in rådgivningstjänster från både Lantbrukarnas riksförbund, Hushållningssällskapet och Jordbruksverket. Hur ofta rådgivarna besöker odlarna verkade speglas i hur mycket kunskap och erfarenhet odlaren anser sig ha samt hur vädret är. Rådgivare gör tätare besök om vädret är gynnsamt för angrepp, exempelvis vid hög luftfuktighet. När det gäller kontakt med odlarorganisationer är det enbart två av sex som har frekvent kontakt med dessa. De som nämndes var IP-sigill och Potatisodlarnas riksförbund. Hälften av odlarna som tillfrågades går på odlarkurser då tillfällena ges. De som inte har kontakt med odlarorganisationer och som inte går på kurser, anser sig ej ha tid till det. Enbart en odlare nämnde att hen deltar i diskussionsgrupper inriktade på specifika grödor. De två informationskällor som verkar vara mest populära bland odlare trodde alla generellt var rådgivning samt tidsskrifter.

Ingen av odlarna såg någon anledning till att förgro sina höst- och vinterpotatis i den södra delen av Sverige eftersom dessa inte behöver vara klara fram till midsommar såsom färskpotatis. Alla tillfrågade sade att det tar tid och plats och en berättade att det vid sättning krävs en speciell maskin som inte förstör groddarna. En annan nämnde att det inte är

ekonomiskt försvarbart att göra det med höst och vinterpotatis och att det läggs ner mer tid på färskpotatis då det genererar högre inkomst.

Enbart en av de tillfrågade använder sig av prognosystem, i detta fall VIPS och Skimmelstyrning. Dock är hen skeptisk till prognosystemen och vågar inte lita på dessa fullt ut. Två av odlarna anser att det diskuteras kring dessa prognosystem från och till i branschen, medan resterande anser att det knappt pratas om det. Majoriteten av odlarna är skeptiska till att dagens prognosystem fungerar. En person tror att det lär ha en större genomslagskraft inom odling av stärkelsepotatis, då det står för mycket på spel inom odlingen av matpotatis.

När det kommer till användningsfrekvensen av kemisk respektive mekanisk blastdödning, försöker alla odlare utom en att kombinera det i den mån det går. Det som påverkar beslutet av vilket alternativ som är mest effektivt är väder, sjukdom i fält och mängd blast. Är det regnigt och man kör med blastkrossen finns det stor risk att fältet körs sönder vilket försvårar upptagningen av potatisen. Om det är sjukdomar i fält såsom stjälbakterios och man kör med blastkross är det en stor risk att bakterierna sprids ut över ett större område. Är det riktigt mycket blast i fältet kan det vara till fördel att köra med mekanisk blastkross. Det minskar blastresterna i fält betydligt mer än om enbart kemiskt blastdödningmedel används. För mycket blastrester kan försvåra upptagningen av potatisen. En av odlarna nämnde att det med rampen (kemisk blastdödning) går att blastdöda 32 rader åt gången, medan den mekaniska blastkrossen hen har enbart tar 4 rader åt gången. Ekonomin finns inte att investera i en större blastkross. Hade odlaren haft mer tid hade hen blastkrossat mycket mer. En enda person av alla tillfrågade väljer helt bort mekanisk blastkross och använder sig enbart av kemisk blastdödning. Motiveringen till detta var att den kemiska metoden var mycket mer effektivt och tidsbesparande.

Alla odlare följer upp resultatet av bekämpningen och går ut i fält några dagar efteråt för att kontrollera effekten samt föra noteringar.

9.2 Intervju - del 2

I del två fanns det utrymme för lite längre och mer ingående svar. För att göra sammanställningen lättöverskådlig delas svaren in i ett antal underrubriker.

Ekonomiska förluster

Odlarna fick ranka från skala 1 - 5 hur svåra problem de ansåg sig ha med bladmögelangrepp, främst syftat till ekonomiska förluster. Med de bekämpningsalternativ som finns i nuläget svarade alla odlarna att de hade små till måttliga problem, vilket motsvarade en tvåa till trea på skalan. Några av odlarna kommenterade anledningen till detta. En person ansåg sig ha små problem med angrepp på grund av att hen lägger mycket tid på att arbeta förbyggande ihop med att fälten har en fördelaktig placering. En annan bedömde sina problem som måttliga på grund av att det finns andra odlare i närheten som odlar ekologiskt och hen berättade att sporer sprider sig från dessa fält till hens egna odlingar.

Faktorer som ökar risk för bladmögelinfektion

Alla nämnde främst väderbetingelser som en viktig faktor som ökar risken för infektion, vilket också kan tänkas vara ett förväntat svar. Förutom detta kom ett antal andra faktorer upp, som odlarna ansåg har en inverkan på infektionsrisken. Att köra sönder fälten försvårar exempelvis inte bara upptagningen. Då vatten samlas i hjulspåren ökar risken för infektion till följd av förhöjd luftfuktighet i fältet. Dessutom finns det risk för att jord och vatten skvätter upp på bladen när man kör med maskiner, vilket också kan öka infektionsrisken. Något som återkom gång på gång under de olika intervjuerna var problemet med ekologiska odlingar och färskpotatisodlingar i närheten. För att färskpotatisen ska hinna bli klara till midsommar täcks fältet över med duk, vilket ger en varm och fuktig miljö där bladmögel trivs. När dessa fält sedan täcks av sprider sig sporer till kringliggande fält och ökar infektionsrisken. Samma verkar gälla hobbyodlare som odlar i sin trädgård. En odlare nämner att hen har haft stora problem med spridning av virus som hen misstänker kommer från en hobbyodlare i närheten. Var fälten ligger är också en faktor som uppmålades som problematisk, ihop med att det är svårt att hitta bra mellangrödor för att hålla en god växtföljd. Risk för smittspridning från avfallshögar med potatis nämndes också av en av odlarna som tillfrågades. Personen nämnde även att jägare ibland använder bortrensad potatis till att mata vildsvinen i skogen med inför jakt och att även det är en möjlig smittkälla.

Sortval

Alla var överrens om att man bör ta större hänsyn till känslighet för bladmögel när man gör sitt sortval. Men i slutändan är det konsumenten som styr. Många nämnde att konsumenten sitter på all makt, men att dessa tyvärr har inte kunskapen om hur ofta våra mest populära matpotatisar besprutas. Några nämner att de odlar på kontrakt och inte har någon möjlighet att

bestämna vilka sorter de ska odla. Endast en har såpass god kontakt med uppköparen att de bestämmer i samråd vilka sorter som odlas, men odlaren har inte sista ordet i frågan. På följdfrågan som dök upp kring hur de ser på framtiden när det gäller förändringar kring sortval verkade många sätta hoppet till forskningen. De har förhoppningar om nya matpotatissorter som står emot bladmögelangrepp och samtidigt har de egenskaper konsumenten önskar. En av odlarna nämnde att hen är övertygad om att konsumenternas val ofta är ett direkt resultat av olika trender, som bland annat sätts av kockar i populära matlagningsprogram på tv. Personen menar att om konsumenterna får reda på hur ofta fälten besprutas mot bladmögel så kommer det att bli en förändring och om detta inte sker kommer konsumenterna tvingas till förändring i framtiden. Den odlare som odlar till skaleri och industri odlar bara sorter som är mindre mottagliga för bladmögel, hen är mer fri att kunna göra egna sortval.

När odlarna fick frågan vad de tror det beror på att de sorter som odlas mest idag också är de som är mest känsliga för bladmögelangrepp så svarade alla att det beror på konsumenters efterfrågan.

Första bekämpningen på säsongen

En av frågorna som ställdes till odlarna handlade om när de lägger den första bekämpningen på säsongen och vilken information de baserar den på. Alla odlare utom en brukar lägga första bekämpningen innan eller efter midsommar. Den odlare som svarade annorlunda odlar färskpotatis i närheten och brukar rådgöra med en rådgivare från HIR. Hen lägger ofta första bekämpningen på höst- och vinterpotatisen samtidigt som han täcker av och bekämpar bladmögel i färskpotatisen i maj. Fyra personer brukar ta beslutet själva och två brukar ta beslut ihop med rådgivare.

Svaren varierade, vilket troligtvis beror på att odlarna som intervjuades var utspridda över ett ganska stort område med viss skillnad i klimat. En person lägger bekämpningen när plantorna var 10 centimeter höga, en annan då de når 20 centimeter. Bekämpningen bör läggas absolut senast innan radslutning annars är det försent, berättade en odlare. Flera av odlarna nämnde också att man måste vara uppmärksam då angreppen kommer tidigare för varje år som går. En av odlarna utvecklade sitt svar med sina reflektioner kring vad detta beror på. Personen tror att det är klimatförändringar som gör att luftfuktigheten stiger tidigare på säsongen vilket resulterar i tidigare angrepp av bladmögel.

Rådgivning

Alla odlare har någon form av kontakt med rådgivare från både LRF konsult, Hushållningssällskapet och Jordbruksverket. Kontakten sker antingen via besök eller telefonsamtal. Hos fyra personer kommer en rådgivare ut en gång i veckan under högsäsong. En av odlarna har besök två till tre gånger i månaden medan en annan bara valt att få besök två gånger per säsong och sköta resten av kontakten via telefon en gång i veckan. Anledningen till detta är att odlaren anser att det är för kostsamt med besök från rådgivare och att det fungerar lika bra via telefon. Alla odlare berättade att de ringer rådgivare och ber dem komma ut omgående om det är akut.

Växtföljd

Samtliga odlare som intervjuades har en 4- till 5-årig växtföljd.

Tre odlare kunde räkna upp sin växtföljd exakt:

- Höstvetete - sockerbetor - vårkorn - höstraps - potatis
- Spannmål - sockerbetor - höstraps - potatis
- Höstvetete - malkorn - sockerbeta - potatis

Tre odlare varierar mellan dessa mellangrödor vilka är uppräknade utan inbördes ordning:

- Spannmål - raps - sockerbeta - rödbetor - lök - palsternacka - potatis
- Höstvetete - rågvete - korn - höstraps - ärtor - rödklöver och ängsviol - sockerbetor - potatis
- Lök - palsternacka - morötter - vete - korn - sockerbetor - oljeväxter - potatis

En fråga direkt relaterad till växtföljden var vilka möjligheter man som odlare har att kunna planera en god växtföljd och vilka faktorer som påverkar valet de gör. Alla odlare nämnde att det är svårt att välja den växtföljd som är den mest optimala för grödorna, då det hela också är en ekonomisk fråga. Vissa grödor som fungerar som utmärkta mellangrödor ger inte tillräckligt stor ekonomisk avkastning. En av odlarna berättade att spannmål enbart fungerar som en utfyllnadsgröda för hen och att den knappt ger någonting ekonomiskt sett. En annan odlare säger att valet av fält, på grund av bevattningsmöjligheterna, delvis är en styrande faktor för vilken växtföljd hen väljer att ha. Två av de tillfrågade är mycket nöjda med sin växtföljd och anser att de är i det närmaste oklanderliga.

Möjlighet att välja "bra" fält

Samtliga odlare försöker undvika de sämre fälten i den mån det går när det kommer till odling av potatis. Väljer man det bästa fältet kanske växtföljden tvingas bli sämre, men väljer man ett fält med lite sämre förutsättningar kanske växtföljden kan förbättras. Dessa två faktorer hänger ihop, vilket gör att flera odlare känner sig lite låsta. En av de tillfrågade odlarna berättade att hen sågat ner många träd runt sina fält för att göra det mer luftigt, vilket gav ett positivt resultat. Tre av odlarna sade att de låter bli att plöja på hösten för att överliggarna ska frysa när frosten kommer.

Regelbunden tillsyn av fält

En av frågorna handlade om hur ofta någon skickades ut i fält för att leta ogräs och tecken på svampangrepp under högsäsong. Här skiljer sig svaren åt. Tre odlare är ute varje dag. Två odlare är ute flera gånger i veckan, men inte varje dag. En odlare är ute en till två gånger i veckan själv samt har en rådgivare som gör besök en gång i veckan och ser över fältet. Under perioder då det är mycket hög risk för angrepp nämnde alla att de ser över odlingarna mer frekvent.

Övriga strategier för att minska kemikalieanvändningen

På frågan om odlaren använder några fler strategier än de som nämnts tidigare för att minska kemikalieanvändningen var det tre som kunde svara på frågan. En av odlarna försöker utreda om hen kan ha fler mellangrödor i växtföljden för att minska risken för angrepp. En annan nämnde en minskning i doserna kombinerat med en mer frekvent bekämpning. Istället för att köra full dos var sjunde till tionde dag, som är det vanliga, så bekämpar personen med halverad dos var fjärde till sjunde dag. Om detta fungerar hoppas hen på att kunna minska ytterligare på mängden bekämpningsmedel som används och ändå få god effekt. Den sista odlaren som tillfrågades är noga med att se över träd och buskage runt fältet så att luften inte står stilla och höjer luftfuktigheten längs med fältkanterna.

Kunskap om IPM

Fyra av odlarna anser sig ha god kunskap om integrerat växtskydd, vilket motsvarar en trea av skala ett till fem. Två av odlarna anser sig ha god till mycket god kunskap om arbetssättet, vilket motsvarar en fyra på skalan.

Övrigt

Den sista frågan som ställdes till odlarna var om de önskade lägga till något som de kände var viktigt. Fyra av dem hade saker de ville tillägga. Någon ansåg att det bör delas ut mer forskningsanslag till projekt inom ämnet för att framöver kunna finna lösningar på bekämpningsmedelsfrågan. En person ville än en gång lyfta vikten av att arbeta förebyggande. En annan ville dela med sig av en strategi hen kommit på själv. Personen hade märkt att det går att skörda potatis trots att det finns en viss mängd ogräs kvar i fältet. Därför brukade hen enbart bekämpa ogräset en gång under hela säsongen och minskade således på användningen av bekämpningsmedel. Den sista odlaren avslutade intervjun med att konstatera att potatis är en av de mest komplexa grödor vi har, då det är så otroligt många faktorer som spelar in för att man ska få en god avkastning!

10 Framtida alternativ till kemiska bekämpningsmedel inom potatisodling

I Jordbruksverkets rapport "*Hinder för ökad användning av alternativa bekämpningsmedel*" från 2019 (Allmyr et al. 2019) står det att det idag finns brist på alternativa metoder till kemikalier för att bekämpa sjukdomsangrepp. Där synliggörs de hinder som finns för att alternativa metoder ska utvecklas och godkännas och Jordbruksverket föreslår åtgärder. Bland förslagen på åtgärder nämns att det måste investeras mer i forskningen.

Alternativa bekämpningsmedel är vanligt som en del av IPM-strategin. Men när det kommer till bekämpningen av bladmögel på potatis finns det idag inga tillåtna, effektiva alternativ till kemiska bekämpningsmedel. Att ta till traditionell växtförädling i detta fall och ta fram sorter som är mer resistent är inte effektivt nog då det tar långt tid. *P. infestans* kan anpassa sig mycket snabbt på grund av dess korta livscykel och överkomma resistensen (Liljeroth et al. 2016). När man ser till dagens forskning inom ämnet, finns en stor potential till att utnyttja och förstärka växtens egna försvarssystem. I avsnitt 10.1 följer en beskrivning av hur växtens egna försvarssystem fungerar samt en inblick i dagens forskning på ämnet.

10.1 Funktionen av växtens egna försvar

Det är viktigt att ha i åtanke att växternas försvarssystem ihop med de metoder patogener använder vid angrepp är ett resultat av evolutionen, helt baserade på naturlig selektion. Mutationer sker slumpvis och konstant vilket resulterar i individer som är mer eller mindre

anpassade för att överleva och fortplanta sig. De individer som är bäst lämpade överlever och kan föra sina gener vidare. Allt som beskrivs nedan är mekanismer som evolveras fram genom naturlig selektion.

Växterna har flera olika sätt att skydda sig mot patogener och skadegörare. I första hand handlar det om fysiska barriärer som skall försvåra för herbivorer eller patogener såsom behåring på blad och liknande. Ett annat exempel kan vara sekundära metaboliter, ämnen som är en del av försvaret gentemot herbivorer. I detta fall kan det handla om rikliga mängder illasmakande växtsaft som växten avger, då en insekt försöker äta av växten.

Går man ner på molekylärnivå sker en mängd olika kemiska reaktioner då en skadegörare eller patogen försöker angripa växten. Växterna har utvecklat en rad olika mekanismer för att försvåra vid ett angrepp. Såvida inget annat nämns är följande avsnitt om växternas egna försvarsmekanismer i del 11.1 huvudsakligen baserat på information hämtat ut boken *Plant physiology and development* av Taiz et al. (2014).

Effektorer - Patogenens sätt att angripa

Vissa patogener angriper plantorna genom mekaniska skador gjorda av herbivorer, stomata eller lenticeller. (Som exempelvis *P. infestans*, som angriper potatisknölarna via lenticeller.) Genom att använda sig av så kallade *effektorer* kan patogenen effektivt angripa en växt och tillgodogöra sig dess näring. Effektorer kan vara enzymer, toxiner eller tillväxtregulatorer som patogener använder sig av, som underlättar angrepp genom att exempelvis påverka växtens metabolism eller hormonreglering. Ett exempel på detta kan vara då patogenen producerar enzymer som kan bryta ner växtens cellväggar. Vissa patogener kan också skapa förändringar i växtens genuttryck, genom att aktivera gener som är fördelaktiga för patogenens tillväxt och spridning.

Pattern recognition receptors - Växtens igenkänningsmekanism

För att skilja mellan sig själv och patogenen har växterna utvecklat något som kallas för *pattern recognition receptors* (PRRs), vilka sitter på cellytan och känner igen det molekylära mönstret hos den angripande patogenen. Dessa molekylära mönster kallas *microbe-associated molecular pattern* och förkortas MAMP. Exempel på MAMP kan vara kitin, ett ämne som svampar är uppbyggt av, flaggelin, ett protein som finns i bakteriers flageller eller sockerarten betaglukan som förekommer i oomyceters uppbyggnad. Dessa ämnen kan kännas igen av

PRRs och på så vis får växten en indikation om att den blir angripen. Det är nu växtens försvarssystem sätts igång, alltså tidigare nämnda MAMP-triggered immunity. Försvarssystemet har till syfte att förhindra patogenens tillväxt och spridning genom att aktivera en mängd olika mekanismer.

Resistensgener

Genom slumpmässiga mutationer har patogener i sin tur utvecklat sätt att ta sig förbi PRRs utan att bli igenkända och på så vis kunna transportera sina effektorer in i växtcellerna. Detta gör att växterna har behov av ännu en barriär för att hantera en sådan situation. Denna barriär bygger på så kallade *resistensgener* (R-gener). När produkten av resistensgenen känner igen den matchande produkten av *avirulensgenen* (Avr) hos patogenen, triggas den igång en typ av försvarsmekanism som kallas för *effector-triggered immunity*. (ETI.) Som hörs på namnet finns det flera olika typer av R-gener, med olika typer av funktion. En vanlig funktion är att R-genen binder till det komplex eller protein som patogenens effektorer har som mål. Genen är då inaktiv och skyddar komplexet. Om en effektor lyckas komma in i cellen, når sitt mål och försöker förändra dess utseende för att påverka växten i en riktning som är till gagn för patogenens framfart, aktiveras resistensgenen och sänder ut signaler om att aktivera försvarssystemet. ETI resulterar oftast i en så kallad *hypersensitivitets respons* (HR).

Försvarssystemet aktiveras - Reaktiva syreradikaler och hypersensitivitets respons

Vad sker när patogenens effektorer känns igen av växtens PRRs eller R-gener? Vad menas med att försvarssystemet MAMP-triggered immunity aktiveras? Som reaktion på varningssignalerna som skickas ut sker en mängd olika kemiska reaktioner. Dessa reaktioner kan leda till att cellväggar stärks, vilket gör det svårare för hyfer att penetrera cellerna och sprida sig. Här spelar polysackariden *kallos* en viktig roll. Detta kan också leda till att stomata stängs. Växten börjar även att producera reaktiva syreradikaler (ROS), något som kan vara mycket skadligt för biologiska molekyler eftersom de är så benägna att reagera med andra molekyler (Bolwell & Wojtaszek 1997). ROS kan agera antingen genom att ta död på angriparen själv, eller genom att initiera HR. HR är en mycket viktig del av växtens försvarssystem och går ut på att växten aktivt tar död på sina egna celler runt den punkt som patogenen försöker angripa på. På så vis hindrar växten många svampar och oomyceter att ta sig in i växten eftersom de är beroende av näring från levande celler för att överleva och fortsätta angreppet (Zoobia et al. 2013). Walters och Heil (2007) har sammanfattat forskning om växtens försvarssystem. De förklarar bland annat att detta försvarssystem inte är konstant

aktiverat i växten då det skulle ta för mycket energi, utan aktiveras först då växten känner igen en angripare. Därför är det mycket viktigt att plantan lyckas initiera denna respons snabbt, annars är risken mycket stor att ett angrepp inte kan förhindras. HR initieras generellt inom 22 timmar i potatis, om värdväxten är resistent. Detta är en av de viktigaste responserna för att förhindra en infektion (Vleeshouwers et al. 1999).

Inducerad resistens – ifall en patogen försöker angripa en andra gång

Det som är beskrivet i texten ovan är hur växten reagerar vid en primär infektion, det vill säga första gången som växten utsätts för patogenen. Taiz et al. (2014) beskriver vidare att växterna kan utveckla en typ av "resistens" gentemot en andra attack, för att öka chanserna till överlevnad. Detta fenomen kallas för *inducerad resistens*, vilket krasst kan delas in i två kategorier; *systemic acquired resistance* (SAR) och *induced systemic resistance* (ISR). Dessa försvar verkar inte enbart lokalt i växten, utan även systemiskt i hela växten.

SAR utvecklas som en respons vid en infektion av en patogen och ger växten en ökad och mer generell resistens mot flertalet olika patogener. Växthormonet *salicylsyra* (SA) har en mycket viktig roll för SAR då den inducerar produktionen av *patogenesrelaterade protein* (PR-protein) (Mur et al. 1996). Funktionen av dessa olika typer av PR-proteiner i detta sammanhang är fortfarande inte helt kartlagt, men det är konstaterat att de spelar en mycket viktig roll i växtens inducerade försvar. SA inducerar också något som kallas för *priming*. Frost et al. (2008, s. 818) som sammanfattat en del forskning inom ämnet, definierar priming som "*...a physiological process by which a plant prepares to more quickly or aggressively respond to future biotic or abiotic stress.*" Det är alltså ett sätt för växten att kunna reagera snabbare nästa gång den blir angripen av samma patogen. Exempelvis initieras HR kring angreppspunkten mycket effektivare vilket ökar chanserna för att lyckas avstyra ett angrepp.

Taiz et al. (2014) förklarar *induced systemic resistance* som en form av försvar som induceras av mikroorganismer. Dessa mikroorganismer har på så vis en positiv inverkan på växtens försvar gentemot patogener, bland annat genom priming. En snabbare initiering av HR är ett exempel på priming som redan tagits upp. Förutom detta kan det också innebära att växten producerar fler reaktiva syreradikaler, att cellväggarna förstärks, att viktiga enzymer ackumuleras eller så resulterar det i en ökad produktion av sekundära metaboliter. Dessa mikroorganismer kan även hjälpa växten att tillgodogöra sig viktiga näringsämnen eller växthormoner som stärker växtens tillväxt och försvar. De kan också konkurrera med

patogenen, vilket försvårar spridning. Vissa mikroorganismer avger ämnen som påverkar andra mikroorganismer negativt.

10.2 Forskningen

Ett sätt att försöka stärka växtens försvar kan vara att föra över resistensgener från vilda släktingar till den domesticerade arten. Vilda släktingar är ofta mer resistenta mot olika typer av patogener (Moreira et al. 2018). *P. infestans* har dock visat sig kunna förändra effektorerna, vilket resulterar i att de ej känns igen av växten. Att överföra en mängd olika R-gener till samma potatisplanta är en möjlig lösning som hör framtiden till (Xin et al. 2012). Detta klassas dock som genmodifiering och det är idag inte tillåtet att odla grödor i EU som tagits fram med förädlingstekniker som innefattar genetisk modifikation (EU direktiv 2018/350).

Inducerad resistens är en möjlighet till att kunna minska på mängden kemikalier som används inom odling idag. Det finns stor potential i att kunna stimulera och förstärka växtens egna försvarssystem, genom att applicera ofarliga ämnen eller organismer i fältet. Dessa ämnen inducerar priming hos växten, som då får större chans till att klara sig undan ett angrepp av en patogen. Något som forskats mycket på är möjligheterna till att använda aminosyran β -aminobutansyra (BABA), som har visat sig kunna inducera resistens hos en rad olika grödor. Även kaliumfosfit har gett goda resultat när det kommer till att inducera resistens. Genom att kombinera dessa metoder, var för sig, med kemisk bekämpning är förhoppningen att kunna minska användningen av kemikaliska växtskyddsmedel.

BABA-inducerad resistens

Akkumulering av växthormonet SA i potatisplantan spelar en stor roll för att resistens skall induceras med hjälp av aminosyran BABA. Forskning visar att en behandling med BABA aktiverar en rad olika typer av skyddsmekanismer hos växten. År 2013 gjordes en studie av forskare vid Sveriges lantbruksuniversitet kring BABAs påverkan på den mottagliga potatissorten Bintje och den delvis resistenta sorten Ovatio (Bengtsson et al. 2013). Blad från respektive sort behandlades med BABA eller vatten, varpå *P. infestans* inokulerades. Efter behandling undersöktes den hypersensitiva responsen, bildningen av kallos och fenoler (exempelvis SA) samt förekomsten av PR-protein. Bland annat analyserades *secretomet*, de proteiner som utsöndras från växtcellen ut i utrymmet utanför cellen (*apoplasten*). Dessa

proteiner har en viktig roll vid stressresponser då de kan interagera med patogenens effektorer. Dessutom upprätthåller de cellstrukturen.

Bengtsson et al. (2013) påvisade att det skiljde sig mellan de blad som behandlats med vatten och de som behandlats med BABA. De infekterade blad behandlats med BABA visade på en större mängd kallos både i cellväggarna som avgränsade till HR-skadorna och i cellerna kring stomata. Blad som behandlats med vatten, istället för BABA, hade inte bildat någon kallos alls. Vid analysen av secretomet, visade både Bintje och Ovatio som behandlats med BABA att PR-proteiner hade ackumulerats i apoplasten och mängden var större i den mer resistent sorten Ovatio. De som behandlats med vatten hade en mycket lägre halt av PR-proteiner.

Resultaten visade en snabbare och starkare aktivering av de olika skyddsmekanismerna och en tydlig minskning av *P. infestans* etablering i de blad som behandlats med BABA (Bengtsson et al. 2013). Att kombinera BABA-IR-metoden med en minskad mängd fungicider skulle kunna minska den negativa inverkan på miljön samtidigt som effekten av bekämpningen av *P. infestans* inte försämras. Behandlingen visade sig inte heller påverka avkastningen negativt. En tidigare studie i ämnet visar att genom att kombinera fungiciden Shirlan med BABA, kunde dosen Shirlan minskas med 20-25 % och ändå ge samma effekt som om man applicerat full dos av enbart Shirlan (Liljeroth et al. 2010). Denna alternativa bekämpningsmetod är i nuläget inte aktuell, då metoden inte är ekonomisk försvarbar. Kombinationen av BABA och fungicid har gett positiva resultat i laboratorium och i mindre försök i växthus. Metoden har även visat sig fungera i fält, däremot försämras effekten (Bengtsson et al. 2013). Det krävs mer forskning i ämnet med fokus på att klargöra varför effekten försämras i fält samt även se om det finns en lösning på den ekonomiska frågan.

Kaliumfosfit

Något som troligtvis ligger närmre i tiden och som visat sig ha ännu bättre effekt än BABA är applicering av kaliumfosfit. Detta salt har inte bara visat sig inducera växtens försvar. Enligt Mills et al. (2004) verkar olika salter även ha en negativ påverkan på svampar och oomyceters myceltillväxt och förmåga till att sporulera. Kaliumfosfit används redan i vissa delar av världen för att förhindra bladmögel på potatis (Kromann et al. 2012). I Sverige är det dock inte tillåtet. I Naturvårdsverkets rapport "*Nationellt tillsynsprojekt om hantering av växtskyddsmedel på golfbanor*" från 2019 (s. 58) går att läsa följande:

" Produkter som består av eller innehåller avsiktligt tillsatt kaliumfosfit och som är avsedda att användas i växtskyddande syfte ska vara godkända för att få släppas ut på marknaden eller användas inom EU. Den bedömning som ligger till grund för utvärderingen av fosfit i EU-granskningsprocessen för aktiva ämnen i växtskyddsmedel visar att kaliumfosfit skyddar växter mot svampangrepp. Därför får produkter som består av eller innehåller kaliumfosfit endast släppas ut på marknaden samt användas för den användning som ämnet är godkänt för, t.ex. att skydda växter mot svampangrepp. En princip som gäller för alla växtskyddsmedel som granskas i EU-processen."

Ovanstående är generella riktlinjer och gäller således även när det kommer till odling. Kaliumfosfit stärker växtens barriärer genom att specifika protein, kopplade till växtens försvarssystem uppregleras. Detta innebär att responsen på ett stimulus ökar. Saltet påverkar bland annat produktionen av SA och ROS samt initierar den hypersensitiva responsen. Ämnet påverkar även processer kopplade till cellväggarna och metabolism. Resistens kan induceras i såväl bladverk som knölar, men ett samband däremellan är ännu inte funnet. I en fältstudie som Liljeroth et al (2016) vid Sveriges Lantbruksuniversitet utförde mellan perioden 2011 till 2014 undersöktes effekten av kaliumfosfit kombinerat med en reducerad dos fungicider. Både matpotatis och stärkelsepotatis testades och effekten var bättre på sorter som var delvis resistent. En intressant upptäckt som gjordes var att avkastningen och graden av angrepp var densamma oavsett om man bekämpade med rekommenderad dos Ranman top och kaliumfosfit var 7e dag kontra var 14e dag. Detta skulle med fördel kunna kombineras med ett prognosystem. Vidare skriver Liljeroth et al. (2016) att resthalter av kaliumfosfit påträffades i knölar, även efter månader av lagring. Kaliumfosfit anses dock ej vara skadligt då dess toxicitet är mycket låg. $LD50 > 5 \text{ g kg}^{-1}$ (EFSA 2012).

Att implementera användningen av kaliumfosfit i IPM-strategin är en möjlighet att minska på användningen av fungicider. Det är både tidsbesparande och ekonomiskt försvarbart för odlare samtidigt som man tar hänsyn till miljön och risken för utveckling av resistens mot fungiciderna. För att detta skall vara möjligt krävs det att ämnet registreras som bekämpningsmedel för användning på potatis. Registreringen skulle kunna underlättas om kaliumfosfit listas som "växtskyddsmedel med låg risk" i EU.

11 Diskussion

IPM bygger på fyra grundpelare.

- Förebygga
- Bevaka
- Behovsanpassa
- Följa upp

Alla odlare som deltog i intervjun hade god kunskap om integrerat växtskydd och hur de förväntades tillämpa principen. De huvudsakliga källorna där odlarna inhämtade information om IPM var tidsskrifter och muntligt via rådgivare. Alla som tillfrågades ansåg att de bekämpningsmedel som finns till hands idag är mycket effektiva och att de av denna anledning inte hade jättestora problem med bladmögel. Däremot fanns en samstämmighet bland alla intervjuade att alternativ till kemisk bekämpning behöver tas fram. Alla påpekade även vikten av att välja sorter som är mer resistent, men att konsumenternas efterfrågan är det som styr marknaden. Här har odlaren inte något att säga till om.

Tillgången på fler preparat att alternera mellan behöver hanteras av lagstiftning och myndigheter. Det finns preparat, såsom kaliumfosfit, som skulle kunna appliceras i fält ihop med en minskad dos fungicider, samtidigt som man inte gör avkall på effekten av bekämpningen. Det är viktigt med fortsatta studier kring inducerad resistens på potatis, eftersom funktionen är väldigt artspezifisk och resultaten lätt påverkas av såväl miljö som genotyp. Inducerad resistens skulle kunna användas som en förebyggande strategi inom integrerat växtskydd. Fältförsök som utförts med kaliumsulfid har gett goda resultat, som dessutom är ekonomiskt försvarbara (Liljeroth et al. 2016) och man bör utreda om det finns möjlighet att lansera detta ämne på marknaden. Det som kan utgöra ett hinder för ett godkännande är resthalter av kaliumsulfid som påträffats i knölar. Trots att dessa inte anses vara skadliga klingar resthalter av bekämpningsmedel i livsmedel illa och frågan är vilken inställning myndigheter, odlare och konsumenter har till detta.

Det finns idag en ambition hos myndigheter att öka användningen och tillgången på alternativa bekämpningsmedel, men utvecklingen går långsamt till följd av en del hinder.

Marknadspotentialen anses vara liten i förhållande till kostnader för produktutveckling och ansökan om godkännande. Bekämpningsmedelsskatten kan bli hög till följd av höga doser per hektar. Dessutom finns en brist på tillgång till produkter och kunskap om alternativa bekämpningsmedel. Eventuella åtgärder på dessa problem att vissa ämnen undantas från de krav som måste uppnås för ett godkännande. Det skulle även behöva utredas om det finns möjlighet för produkter som innehåller lågriskämnen att genomgå en enklare prövning samt om dessa produkter kan undantas från skatten (Allmyr et al. 2019).

Bekämpningsmedel är en stor kostnadspost inom lantbruket och trädgårdsnäringen. Att minska mängden kemikalier som används i fält har en positiv effekt på såväl miljön som för företagets ekonomi och odlarens arbetsbelastning. Idag bekämpas generellt de flesta sorters matpotatis på samma vis, men resistensen mot bladmögel skiljer sig mellan sorterna. Om det fanns mer kunskap kring hur resistent de partiellt resistent sorterna är i förhållande till de fullt mottagliga skulle man kunna behovsanpassa sin bekämpning bättre. I de fält där halvresistent sorters odlas hade antalet appliceringar av fungicider troligtvis kunnat minskas med 1-2 gånger under en säsong. Det hade varit lämpligt med ett forskningsprojekt kring detta.

Att göra en kalkyl, ta hjälp av rådgivare och prognosmodeller, vara ute i fält och kontrollera med jämna mellanrum är bra exempel på hur man skaffar sig en god yrkesskicklighet. Noggrann planering och mycket kunskap kan spara odlaren både tid och pengar. Under intervjuerna ställde sig alla skeptiska till användningen av prognosystem i matpotatisodlingar. Odlarna ansåg att de ej vågade lita på systemet fullt ut då det står för mycket på spel. Av de sex som intervjuades var det endast en som använder det. Denna person är fortfarande skeptisk och föredrar att gå på sin magkänsla snarare än att lita på prognosystemet. Det är viktigt att ha i åtanke att dessa 6 personer som intervjuades ej kan förväntas spegla hela branschen. Men användningen av prognosystem är inte speciellt utbrett inom matpotatisodling. När man utvärderar de prognosystem som finns idag, kan det konstateras att de inte är speciellt användarvänliga. Detta kan vara en bidragande orsak till varför dessa ännu inte fått någon genomslagskraft hos odlare av matpotatis. Dessutom finns det utrymme för teknisk förbättring av prognosystemen. Under intervjuerna berättade flera av odlarna att rådgivare inte talar så mycket om prognosystem. Som en viktig informationskälla för odlare skulle rådgivarna kunna bli bättre på att informera om detta som ett alternativ. Om förståelsen för hur man kan ta hjälp av prognosystem i kombination med

andra förebyggande strategier ökar, skulle troligtvis fler använda sig av det.

Något som blivit tydligt under arbetets gång är att det varken är ekonomiskt eller tidsmässigt möjligt för odlaren att förebygga på alla de vis som nämns i litteraturen. Det är oerhört många faktorer som måste tas hänsyn till. Ett exempel på detta är val av fält och växtföljd, där det ena ibland får stå tillbaka för det andra. Dessutom kan ekonomin begränsa möjligheten odlaren har till att investera i maskiner och utrustning som minskar behovet av kemikalier, som exempelvis blastdödningmedel. Det kan konstateras att det krävs oerhört mycket kunskap och fingertoppskänsla från odlaren för att kunna bedriva en lönsam verksamhet. Under intervjuerna var det enbart en av sex som deltog i diskussionsgrupper där odlare samlades och diskuterade specifika grödor. Det finns potential för detta forum att utvecklas.

Diskussionsgrupper skulle kunna vara mycket givande för odlare att delta i. Där hade de kunnat dela med sig, samt ta del av reflektioner och idéer från andra i branschen.

King Edward är en av de sorter som är mest efterfrågad av de svenska konsumenterna, men också den sort som är bland de mest mottagliga för bladmögel. Då de mjöliga sorterna inte är lika populära i resten av Europa, är marknaden rätt liten. Detta leder till att det knappt sker någon förädling av mjöliga sorter. De sorter som finns till hands är över hundra år gamla och mycket mottagliga för bladmögel. Svenska konsumenter måste börja konsumera sorter som är mindre mottagliga för bladmögel, men hur skall detta gå till? Det är en komplex fråga som diskuterats i många år. För att en förändring i köpmönster ska ske måste konsumenterna känna att det finns ett mervärde i att köpa andra potatissorter. Grunden till framgångsrik marknadsföring handlar om att skapa ett behov hos kunden, något som motiverar deras köp. Det talas exempelvis mycket om vilka olika äppelsorter som finns och hur olika sorter passar till olika ändamål såsom bakning, syltning eller musttillverkning. I butikerna är det tydligt skyltat. När det kommer till potatis finns också en stor mängd olika sorter, med flera olika användningsområden. Ändå talas det inte om potatis på samma vis som äpplen och det har tagit långt tid innan butiker, i sin skyltning, började informera om vilka potatissorter som säljs i affärerna. En ökad kunskap om olika potatissorters användningsområden, hade kanske motiverat konsumenterna till att göra andra val. Livsmedelsbutiker har ett stort inflytande och möjlighet att påverka konsumentens val av produkter.

Ofta exponerar livsmedelsbutikerna en eller två vanliga, fasta sorter ihop med King Edward som bulkvaror. Vill kunden köpa mer speciella sorter finns dessa förpackade separat och

kostar oftast lite mer. Ett alternativ är att butikerna utökar sitt bulk-sortiment med fler potatissorter och skyltar väl. Förhoppningsvis gör det kunden uppmärksam och nyfiken på att testa något nytt. Dessutom hade "specialpotatis" kunnat säljas billigare om den inte är förpackad. Produkterna skulle även kunna göras mer personliga, där ett mervärde skapas i att kunden känner att vägen från jord till bord är kort. Här finns ett alternativ för butikerna att köpa in mer närproducerat och dessutom vara noga med att tala om vem som odlat potatisen och varifrån den kommer.

Under tvåtusen-tio-talet har det blivit något av en trend att vara klimatmedveten, ha kunskap om hur kost påverkar vår hälsa och ta reda på vad maten man köper har för ursprung. Dessutom sänder tv-bolagen en stor mängd olika matlagningsprogram vilket sätter trender och ger konsumenterna matlagningsinspiration. Media har ett stort inflytande över befolkningen när det kommer till att återge information och upplysa om olika ämnen. En av odlarna som intervjuades sade: *"Om konsumenterna får reda på hur ofta fälten besprutas mot bladmögel, kommer det att bli en förändring och skulle detta inte ske kommer konsumenterna tvingas till förändring i framtiden."* Många konsumenter saknar förmodligen kunskap om hur ofta sorter som King Edward behöver bekämpas för bladmögel. Man lär inte få en attitydförändring hos konsumenterna förrän man upplyser och skapar en diskussion om ämnet i olika sammanhang. Om dessa åtgärder skulle leda till en förändring som står sig över tid återstår att se. Men konsumenterna lär troligtvis tvingas till förändring i framtiden, i takt med resistensproblematik och ökat patogentryck till följd av den globala uppvärmningen.

Om konsumenter börjar efterfråga fler alternativa sorter finns också en möjlighet att kunna utreda om det går att odla matpotatis på andra vis än de monokulturer vi har idag. Genom att blanda sorter som är mottagliga och delvis resistenta på fältet blir det svårare för algsvampen att angripa ett större område av fälten.

Under arbetets gång har det även blivit tydligt vilka utmaningar forskarna står inför. Med ett stadigt minskande utbud av kemikalier måste utbudet av alternativa medel och metoder öka. Resistensproblematiken mot bekämpningsmedel är ett allvarligt problem som måste tas hänsyn till, även om det i nuläget inte är allvarligt när det gäller fungicider mot bladmögel. Genom naturlig selektion lever patogener och växter i en ständig kamp sinsemellan om att överkomma den andra artens skyddsmekanismer. Över tid ökar även patogenernas möjlighet att lyckas selektera fram individer som tar sig förbi de skyddsbarriärer människan utvecklat,

med syfte att skydda våra grödor. Kan mängden fungicider som används minskas, minskas också selektionstrycket på algsvampen att utveckla resistens mot bekämpningsmedel.

Globalt sett är potatis en av våra viktigaste grödor och det pågår idag många olika projekt kring att ta fram sorter som är mer resistent mot patogener. Att ta fram mer resistent sorter via traditionell växtförädling tar för långt tid och man är i behov av en mer tidseffektiv teknik. Dessa tekniker finns, men är idag inte tillåtna att användas inom EU då de klassas som genmodifikation, något som regleras i en mängd olika bestämmelser och direktiv. Detta ämne anses idag vara kontroversiellt. Att föra över resistensgener från vilda till domesticerade arter skulle resultera i att den framtagna sorten skulle klassas som en GM-gröda. Inom gentekniken finns flertalet olika metoder och möjligheter. Bland annat finns metoder som uppnår samma resultat som den traditionella växtförädlingen, där skillnaden främst ligger i metod och tidsåtgång. En saklig diskussion baserad på vetenskaplig fakta om legalisering av vissa av dessa tekniker skulle behövas. Det behövs även mer forskning på ämnet och fler fältförsök för att se hur dessa GM-grödor påverkar omgivningen. Att GM-grödor idag ses som ett kontroversiellt ämne kan bero på att det råder brist på kunskap hos allmänheten kring vilka metoder som finns tillgängliga och hur dessa fungerar. Själva begreppet GMO är oerhört omfattande där vissa metoder kan likställas med de traditionella, medan andra kan ifrågasättas ur ett etiskt perspektiv. Att få allmänheten att förstå skillnaden är en stor utmaning. Ett kritiskt förhållningssätt kan vara bra, men det är viktigt att basera argumenten på vetenskaplig fakta. Klimatförändringarna gör att vi måste hitta nya sätt att trygga vår livsmedelsförsörjning. Troligtvis kommer vi bli tvungna att föra en diskussion om GM-grödornas vara eller icke vara inom en snar framtid.

12 Felkällor

Det är viktigt att formulera frågor i en intervju på ett bra sätt, då frågans formulering kan påverka vilka svar man får. Det är också svårt att veta om svaren odlarna ger är underbyggda av fakta eller inte. Vid sammanställning och utvärdering av intervjuerna finns också ett visst utrymme för egentolkning, vilket kan påverka arbetets resultat. Antalet personer som intervjuades var såpass få att man inte kan anse dem vara representativa för hela branschen. Dessa faktorer utgör tillsammans en möjlig felkälla i detta arbete.

13 Referenslista

- Agrios, G. (1998) *Plant pathology*. Fourth edition. Cambridge. Cambridge university press.
- Allmyr, M., Björkman, M., Hallgren, S., Manduric, S., Jansson J., Furenhed S., Söderberg T., Unell, M. (2019) *Hinder för ökad användning av alternativa bekämpningsmedel*. Jönköping: Jordbruksverket. (Rapport 2019:3).
- Andersson, B., Sandström, M. (2000) *Bladmögel och brunröta på potatis*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Rapport 39 J).
- Andersson, B., Johansson, M., Jönsson, B. (2003) *First report of Solanum physalifolium as a host plant for Phytophthora infestans*. USA, MN: The American Phytopathological Society. Vol. 87, No. 12 doi: 10.1094/PDIS.2003.87.12.1538B [2019-09-20]
- Bengtsson, T., Holforsb, A., Witzell, J., Andreasson, E., Liljeroth, E. (2013) Activation of defence responses to *Phytophthora infestans* in potato by BABA. *Plant pathology*. Vol. 63 (1), ss. 193-202. doi: 10.1111/ppa.12069
- Bolwell, G.P., Wojtaszek, P. (1997) Mechanisms for the generation of reactive oxygen species in plant defence – a broad perspective. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. Vol. 51 (6), ss. 347-366. doi: 10.1006/pmpp.1997.0129
- CABI. (2019) *Phytophthora infestans*. Invasive Species Compendium. Wallingford, UK: CAB International. Tillgänglig; <https://www.cabi.org/isc/datasheet/40970#togrowthStages> [2020-02-04]
- EFSA (2012) Conclusion on the peer review of the pesticide risk assessment of the active substance potassium phosphonates. *EFSA Journal*; 10(12):2963. doi: 10.2903/j.efsa.2012.2963
- Fogelfors, H. (2001) *Växtproduktion i jordbruket*. Stockholm. Natur och Kultur/LTs förlag. ss. 187-200
- Frost C.J., Mescher, M.C., Carlson, J.E., De Moraes, C.M. (2008) *Plant Defense Priming against Herbivores: Getting Ready for a Different Battle*. *Plant physiology*, vol. 146 (3), ss. 818-824 doi: 10.1104/pp.107.113027
- Gerdtsen, A., Johansson, C., Hjelm, E., Mellqvist, E., Johnson, F., Andersson, G., Henriksson, J., Norrlund, L., Johansson, L., Widén, P., Andersson, R. (2019) *Att förebygga växtskyddsproblem*. Jönköping: Jordbruksverket. (Rapport, OVR487).
- Jordbruksverket, *Behovsanpassa*. (2017a) Tillgänglig; <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/integreratvaxtskydd/behovsanpassa.4.37e9ac46144f41921cd24ea7.html> [2017-05-18]
- Jordbruksverket, *Bevaka dina odlingar*. (2017b) Tillgänglig; <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/integreratvaxtskydd/bevaka.4.37e9ac46144f41921cd24eb4.html> [2017-05-18]

- Jordbruksverket, *Följ upp*. (2017c) Tillgänglig;
http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/integreratvaxtskydd/folju_pp.4.37e9ac46144f41921cd24ec1.html [2017-05-18]
- Jordbruksverket, *Förebygg växtskyddsproblem*. (2017d) Tillgänglig;
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/integreratvaxtskydd/forebygg.4.37e9ac46144f41921cd24e9a.html> [2017-05-18]
- Kromann, P., Perez, W., Taipe, A., Schulte-Geldermann, E., Sharma, B., Andrade-Piedra, J., Forbes, G. (2012). Use of Phosphonate to Manage Foliar Potato Late Blight in Developing Countries. *Plant Disease*. Vol. 96, ss. 1008-1015. doi: 10.1094/PDIS-12-11-1029-RE
- Lehsten, V., Wiik, L., Hannukkala, A., Andreasson, E., Chen, D., Ou, T., Liljeroth, E., Lankinen, Å., Grenville-Briggs, L. (2017) Earlier occurrence and increased explanatory power of climate for the first incidence of potato late blight caused by *Phytophthora infestans* in Fennoscandia. *PLoS One*. Vol. 12(5):e0177580. doi: 10.1007/s10658-010-9582-4
- Liljeroth, E., Bengtsson, T., Wiik, L., Andreasson, E. (2010) Induced resistance in potato to *Phytophthora infestans* – effects of BABA in greenhouse and field tests with different potato varieties. *Eur J Plant Pathol* 127, 171–183 (2010). doi: 10.1007/s10658-010-9582-4.
- Liljeroth, E., Lankinen, Å., Wiik, L., Burra, D. D., Alexandersson, E., Andreasson, E. (2016) Potassium phosphite combined with reduced doses of fungicides provides efficient protection against potato late blight in large-scale field trials. *Crop Protection*. Vol. 86, ss. 42-55. doi: 10.1016/j.cropro.2016.04.003
- Mills, A. A. S., Platta, H. W., Hurtab, R. A. R. (2004) Effect of salt compounds on mycelial growth, sporulation and spore germination of various potato pathogens. *Postharvest Biology and Technology*. Vol. 34 (3), ss. 341-350. doi: 10.1016/j.postharvbio.2004.05.022
- Moreira, X., Abdala-Roberts, L., Gols, R., Francisco, M. (2018) Plant domestication decreases both constitutive and induced chemical defences by direct selection against defensive traits. *Sci Rep* 8, 12678. doi: 10.1038/s41598-018-31041-0
- Mur, L.A.J., Naylor G., Warner SAJ., Sugars JM., White RF., Draper J. (1996) Salicylic acid potentiates defence gene expression in tissue exhibiting acquired resistance to pathogen attack. *The plant journal*. Vol. 9 (4). doi: 10.1046/j.1365-313X.1996.09040559.x
- Naturvårdsverket (2019) *Nationellt tillsynsprojekt om hantering av växtskyddsmedel på golfbanor* Stockholm: Naturvårdsverket. (Rapport 6883).
- Rupp, J., Jacobsen, B. (2017) *Bacterial and fungal diseases of potato and their management*. Bozeman (MT): Montana State University. (Rapport EB0225).
- SFS 2014:425 *Förordning om bekämpningsmedel*. Stockholm: Miljö- och energidepartementet.
- Sjöholm, L. (2012) *How sexual reproduction affects the population biology of Phytophthora infestans*. Diss. Uppsala. Sveriges lantbruksuniversitet.

- Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M., Murphy, A. (2014) *Plant physiology and development*. Sixth edition. Oxford: Oxford University Press. ss. 715-724
- Tsdaley B. (2014) Late Blight of Potato (*Phytophthora infestans*) Biology, Economic Importance and its Management Approaches. *Journal of Biology, Agriculture and Healthcare*. Vol. 4, ss. 215-225.
- Vleeshouwers, V. G. A. A, van Dooijeweert, W., Govers, F., Kamoun, S., Colon, L.T. (1999) The hypersensitive response is associated with host and nonhost resistance to *Phytophthora infestans*. *Planta* 210, 853–864 (2000). doi: 10.1007/s004250050690.
- Walters, Dale & Heil, Martin. (2007). Costs and trade-offs associated with induced resistance. *Physiological and Molecular Plant Pathology*. Vol. 71. ss. 1-17. doi: 10.1016/j.pmpp.2007.09.008.
- Wiik, L., Aldén, L., Gerdtsen, A., TS Nilsson, A., Liljeroth, E. (2017) Kan man minska bekämpningen mot bladmögel i matpotatis. Alnarp: LTV-fakulteten. (Faktablad BIB14970973).
- Xin, C., Li, N., Guo, J. (2012) Potato Late Blight Control Using R-Gene Polyculture by GMO. *Energy Procedia*. Vol 16, prt C. doi: 10.1016/j.egypro.2012.01.294
- Zoobia, B., Ahmad, A., Shafique, S., Anjum, T., Shafique, S., Akram, W. (2013) Hypersensitive response – A biophysical phenomenon of producers. *Eur J Microbiol Immunol (Bp)*. Vol. 3(2). doi: 10.1556/EuJMI.3.2013.2.3
- 2009/128/EG. *Direktiv om hållbart användande av bekämpningsmedel*. Europeiska unionen.
- 2018/350. *Amending directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council as regards the environmental risk assessment of genetically modified organisms*. Europeiska unionen.

Bildförteckning

Figur 1, Nordlander, J. *Blad angripna av P. infestans*. [foto]

Figur 2, Nordlander, J. *Stjälkar angripna av P. infestans*. [foto]

Figur 3, Ignell, R. *Potatisbladmögel/brunnröta (Phytophthora infestans) på potatis (Solanum tuberosum), angripen knöl, 8411*. [foto] Tillgänglig; <http://vsb1.se/search.aspx>

14 Bilaga 1 – Enkätundersökning till odlare

Del 1

1. Vilka/vilken sort odlar du?		
2. Använder du certifierat utsäde?	Ja	Nej
3. Om nej på ovanstående fråga, producerar du ditt utsäde själv?		
	Ja	Nej
4. Är du ansluten till IP-sigill?		
	Ja	Nej
5. När bevattnar du oftast potatisfältet?		
	Dygnet runt	Nattetid
6. Hur får du information om integrerat växtskydd i potatisodling? (Om övrigt, vv. specificera)		
<i>(flera alternativ kan ringas in/markeras)</i>	Tidsskrifter	Odlarorganisationer
	Oberoende rådgivning	Rådgivningsorganisationer (Jordbruksverket; HS, LRF konsult)
	Odlarkurser	Diskussionsgrupper
Övrigt;		

7. Förgror du din potatis?

Ja

Nej

Om ja, finns det någon speciell anledning till detta?

Om nej, finns det någon speciell anledning till detta?

8. Använder du några prognosystem? (Ex. Skimmelstyrning, VIPS, Dacom etc.)

Ja

Nej

Om **Ja**, vilken metod?

9. När du blastdödar, kombinerar du kemiska och mekaniska metoder?

Ja

Nej

Om **Nej**, vilken metod använder du?

10. Följer du upp resultatet efter besprutning?

Ja

Nej

Del 2

11. Ungefär hur stora problem har du med bladmögelangrepp? (Med problem syftar jag främst på ekonomiska förluster)

0	1	2	3	4	5
Inga problem	Små problem	Små till Måttliga problem	måttliga problem	måttliga till stora problem	Stora problem

12. Vilka faktorer, förutom väderleksbetingelser, spelar in som gör att du främst får problem med svampsjukdomar?

13. Hur viktigt är känslighet för sjukdomsangrepp när du gör sortval?

0	1	2	3
Mycket irrelevant	Ganska irrelevant	Ganska viktigt	Mycket viktigt

14. När lägger du första bekämpningen med fungicider och vilken information bygger du den på?

15. Hur ser din växtföljd ut?

16. Hur ser möjligheterna för att ha en bra växtföljd ut? Vilka faktorer spelar in? (Dvs. finns det faktorer såsom ekonomiska som spelar in som gör att du inte kan ha en oklanderlig växtföljd)

17. Varför tror du att Bintje och King Edward är två av de sorter som odlas mest, när de i jämförelse med många andra sorter har så låg resistens gentemot bladmögel och torrfläcksjuka?

18. Hur ofta skickas någon ut i fält att leta svampangrepp och identifiera ogräs som kan påverka risken för infektion (bägarnattskatta)?

19. Gör du ett aktivt val av fält för att minimera risken för angrepp genom att minska påverkan av omgivningsfaktorer? (Ex. välja bort fält med många svackor eller trädriddåer i kanten och välja mer vindutsatta fält med lätta, stenfria jordar)

20. Hur mycket kunskap känner du att du har kring arbetssättet relaterat till integrerat växtskydd inom potatisodling?

1	2	3	4	5
Dålig kunskap	Dåligt till god kunskap	God kunskap	God till mycket god kunskap	Mycket god kunskap

21. Förutom ovanstående frågor, använder du dig av några fler strategier/odlingstekniska åtgärder för att behovsanpassa odlingen för att minska kemikalieanvändningen?

22. Skulle du vilja tillägga något?