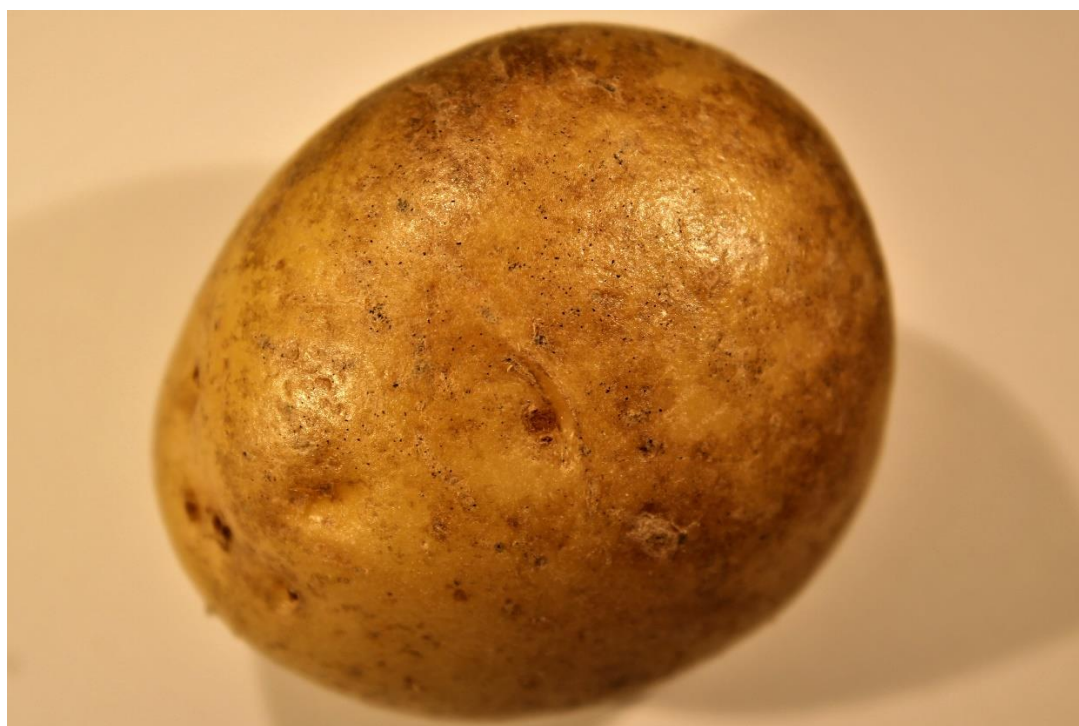


Svartpricksjukans betydelse för skalkvalitet i matpotatis

The effect of black dot on the skin quality of table potatoes

Philip Zandelin



Självständigt arbete • 15 hp

Hortonomprogrammet

Alnarp 2018

Svartpricksjukans betydelse för skalkvalitet i matpotatis

The effect of black dot on the skin quality of table potatoes

Philip Zandelin

Handledare: Helene Larsson Jönsson, SLU, Institutionen för biosystem och teknologi

Examinator: Erland Liljeroth, SLU, Institutionen för växtskyddsbiologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Kandidatarbete i trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0495

Program/utbildning: Hortonomprogrammet

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2018

Omslagsbild: Philip Zandelin, 2018

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

Nyckelord: Svartpricksjuka, black dot, *Colletotrichum coccodes*, skalsjukdomar, potatis, *Solanum tuberosum*,

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

Jag vill rikta ett varmt tack till min handledare Helene Larsson Jönsson som varit till stor hjälp under hela arbetet. Hon har bidragit med snabb och värdefull kritik.

Ett stort tack till Lisa Andrae (rådgivare och verksamhetsledare på Potatisodlarna), Åsa Rölin (potatiskonsult) samt Anders Andersson (odlare och ordförande på Potatisodlarna) som delat med sig värdefull information om svartpricksjuka och gett mig en intressant inblick i hur den svenska potatisodlingen fungerar.

Jag är glad att jag fick möjligheten att fördjupa min kunskap inom ett område som jag tycker mig haft väldigt begränsad kunskap inom. Fördjupningen har lett till ökat intresse för växtskydd och växtpatologi.

Den 4 mars 2018

Philip Zandelin

Sammanfattning

I Sveriges odlas mer än en halv miljon ton matpotatis (*Solanum tuberosum*) årligen. I takt med att potatisen tvättas och paketeras i allt större utsträckning har kraven på utseende och storlek fått en ökad betydelse. Det har inneburit att skalmissfärgningar fått en ökad betydelse. Svartpricksjuka, orsakad av svampen *Colletotrichum coccodes*, leder till försämrat utseende på potatisen (skalfinishen) och kan också orsaka viktförluster under lagring vilket ger skrumpna knölar. Symptom på knölar kan ibland vid skörd ses som små svarta prickar i områden med ljusbruna fläckar, som senare kan övergå i mörkare, tydligare, fläckar. Infektion kan också ge lite gråaktigt utseende under lagring, vilket lätt kan förväxlas med silverskorv (orsakad av *Helminthosporium solani*).

Svensk litteratur om svartpricksjuka är väldigt begränsad. Studien utvärderar därför främst internationell litteratur i ett försök att förstå hur sjukdomen kan förebyggas och bekämpas. För att få en uppfattning om svartpricksjukans förekomst i Sverige samt om det i Sverige används några särskilda metoder för att undvika sjukdomen, intervjuades även tre personer som har god kunskap om den svenska potatisbranschen.

Studien visade att en genomtänkt växtföljd kan vara en viktig åtgärd för att reducera förekomsten av svartpricksjuka eftersom svampen kan överleva länge i jorden. Överlevnaden av svampen påverkas av vilka grödor som används i växtföljden. En snabb torkning och nedkyllning vid inlagring av knölar, med förkortad såråkningsperiod, tycks vara det optimala för att reducera omfattningen av svartpricksjuka under lagring. Med moderna DNA-tekniker finns möjligheten att använda jordprov för att ge snabba och noggranna svar om nivåerna av *C. coccodes* i jorden. Studien visade också att svartpricksjuka på potatis förekommer i Sverige och påverkar svenska odlare ekonomiskt. I vilken utsträckning påverkan sker är oklart. I Sverige är det främst förebyggande metoder som används, i form av växtföljd och användning av betningsmedel.

Abstract

In Sweden a half million tonnes of table potatoes (*Solanum tuberosum*) are grown annually. As it has become more common to wash and package potatoes, the demands from consumers with regards to skin blemishes and size have significantly increased. Black dot, caused by the fungi *Colletotrichum coccodes*, results in degradation to the appearance of the potato as well as a reduction in weight during storage giving shrivelled tubers. Symptoms affecting tubers can sometimes be seen at harvest as tiny black dots as well as light brown blemishes which can later develop into darker patches. Infection can also give a greyish appearance during storage, which can easily be confused with silver scurf (caused by *Helminthosporium solani*).

Swedish literature concerning the black dot is at present very limited. The aim of this study is therefore to investigate how the disease can be prevented and controlled by evaluating international literature. Furthermore, the aim is to evaluate how common black dot is in Sweden and how affiliates of the Swedish potato industry deal with the issue.

The study showed that crop rotation is an important step in decreasing the impact of black dot. This as the longevity of the fungi is affected by the nature of the crops used during the rotation, resulting in an increased period of survival in the soil. Quick drying and cooling of tubers before storage with a decreased period of curing seems to be the optimal way of reducing black dot during storage. Soil testing with quick and accurate results of the levels of *C. coccodes* in the soil can now be used with modern DNA-techniques. The study also showed that black dot occurs in Sweden and has resulted in a clear economic impact on Swedish growers. The extent to which it occurs is however unclear. In Sweden the primary ways of reducing the impact of the disease is through crop rotation and the use of chemical seed treatment.

Innehållsförteckning

Figurförteckning	7
1. Introduktion	8
1.1 Inledning	8
1.2 Syfte	8
1.3 Frågeställning	9
2. Metod	10
2.1 Litteraturstudie	10
2.2 Intervju.....	10
3. Resultat litteraturstudie	11
3.1 Symptom	11
3.2 Biologi.....	13
3.3 Överlevnad i jorden.....	14
3.4 Förväxlingsrisk.....	14
3.5 Konsekvenser av infektion	15
3.6 Lagringsförhållanden	16
3.7 Identifiering och kvantifiering.....	19
3.8 Förekomst av svartpricksjuka.....	21
3.9 Typer av inokulum.....	25
3.10 Kemisk bekämpning.....	26
3.11 Andra värdväxter och växtföljd.....	28
3.12 Resistent sorter.....	29
3.13 Andra bekämpningsmetoder	30
4. Resultat intervjustudie	32
4.1 Intervju Lisa Andrae, rådgivare och verksamhetsledare på Potatisodlarna.....	32
4.2 Intervju Åsa Rölin, potatiskonsult.	33
4.3 Intervju Anders Andersson, odlare och ordförande för Potatisodlarna.....	35
5. Diskussion	36
5.1 Förekomst av svartpricksjuka.....	36
5.2 Konsekvenser av svartpricksjuka	36
5.3 Lagringsförhållanden	37
5.4 Växtföljd.....	38
5.5 Kemisk bekämpning.....	39
5.6 Övriga metoder för bekämpning eller förebyggande av svartpricksjuka.....	40
6. Slutsats	43
Referenser	44

Figurförteckning

Figur 1: Svartpricksjuka på knöl. (Foto: Government of Western Australia, 2014). Användning av bilden har godkänts samt att användning för utbildningssyfte är tillåtet under copyright (© Government of Western Australia, 2018). Tillgänglig: <https://www.agric.wa.gov.au/potatoes/mid-west-potatoes-seed-production-pest-and-disease-management?page=0%2C3> [2018-02-21].

Figur 2: Svartpricksjuka på stjälk. (Foto: Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA), 2009). Användning av bilden har godkänts samt att användning för utbildningssyfte är tillåtet under copyright (© Queen's Printer for Ontario, 2009). Tillgänglig: <http://www.omafra.gov.on.ca/IPM/english/potatoes/diseases-and-disorders/blackdot.html#advanced> [2018-02-21].

1. Introduktion

1.1 Inledning

I Sverige 2017 beräknades skörden av matpotatis (*Solanum tuberosum* L.) till mer än en halv miljon ton (Wahlstedt, 2017). Kraven på potatisens utseende och storlek är höga trots att potatisen inte omfattas av någon kvalitetsnorm inom EU (Franke *et al.*, 2013). Det är möjligen en följd av ökade krav från konsumenter och handel. Svinnet i primärproduktionen av potatis i Norden ligger på ungefär 16% (Franke *et al.*, 2013). Beroende på vad potatisen ska användas till varierar det uppkomna svinnet. Det största svinnet uppstår för matpotatis på grund av sortering efter skörd. Några av de främsta orsakerna till svinnet är för små potatisar samt undermåliga lagringsförhållanden (Franke *et al.*, 2013). Svampsjukdomen svartpricksjuka, orsakad av *Colletotrichum coccodes*, leder till viktförluster under lagring då skalet på angripna knölar skadas vilket gör att potatisen avger vatten i större utsträckning än vanligt, vilket kan ge skrupna knölar (Nilsson *et al.*, 2012; Bång, 2001). Även om potatisen är sjukdomsfri och optimala lagringsförhållanden lyckas upprätthållas så förlorar potatisen ändå 6–7 procent av sin vikt under en vinterlagring (Franke *et al.*, 2013). Den främsta orsaken till problem från svartpricksjuka är försämrat utseende på potatisknölarna (skalfinish), vilket leder till att marknadsvärdet för tvättad och paketerad potatis sjunker (Aldén *et al.*, 2017; Nærstad *et al.*, 2012). Längre ansågs svartpricksjuka vara av sekundär betydelse eftersom den främst angrep växter som redan var försvagade från andra angrepp eller skador (Bång, 2001). Numera har dock uppfattningen av sjukdomen förändrats och den har fått allt mer uppmärksamhet. Sjukdomen anses svårbedömd eftersom den kan vara latent samt att dess symptom inte alltid är tydliga (Thirumalachar, 1967). Sjukdomen kan vara latent eftersom när väl konidierna penetrerat värdvävnaden, kan svampen överleva mellan vaxlagret och kutikulan och går då inte att se förrän symptom utvecklats (Wicks, 2005). Silverskorv (orsakad av *Helminthosporium solani*) kan lätt förväxlas med svartpricksjuka, vilket möjligen är en annan bidragande faktor till att svartpricksjukans betydelse underskattats (Lees & Hilton, 2003).

1.2 Syfte

Litteratur och forskning om svartpricksjuka på potatis är väldigt begränsad i Sverige och sjukdomens utbredning inom landet tycks relativt okänd. I en marknad där

potatisodlarna tycks ha det allt svårare att gå runt ekonomiskt samt att livsmedelsproduktionen i Sverige står för stor del av klimatpåverkan bör här finnas möjligheter till att förbättra förutsättningarna för att åtminstone minska det relativt stora svinn som uppstår i primärproduktionen (Naturvårdsverket, 2017). Med högre ställda krav på potatisens utseende behöver också kunskapen öka kring de skalsjukdomar som orsakar problem. Internationellt har det gjorts en del studier på svartpricksjuka. Studien syftar därför till att från dessa internationella studier utvärdera och hitta potentiella lösningar som kan vara till hjälp för svenska odlare och rådgivare.

1.3 Frågeställning

- Är svartpricksjuka vanligt förekommande i svenska potatisodlingar?
- Kan symptom på potatisens skal orsakade av svartpricksjuka reduceras genom förändrade lagringsförhållanden?
- Vilken påverkan har växtföljden på svartpricksjuka?
- Hur kan svartpricksjuka bekämpas?

2. Metod

2.1 Litteraturstudie

Arbetet genomfördes med en litteraturstudie. Initialt användes främst Sveriges Lantbruksuniversitets biblioteksöktjänst Primo. Sökningarna övergick allt mer på andra vanliga databaser som Web of Science, Google Scholar, Google, Springer Link, Research Gate samt Wiley. Andra viktiga källor var Jordbruksverket och The Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB) Potatoes. Den senare jobbar för att förbättra potatisindustrin i Storbritannien. De sökord som främst användes var svartpricksjuka, dess namn på engelska (black dot), latin (*Colletotrichum coccodes*) samt dess tidigare latinska namn (*C. atramentarium*). Ett par fysiska böcker inlånades från biblioteket på SLU Alnarp. Referenslistor i de olika vetenskapliga artiklarna som lästes var även till god hjälp för att hitta andra relevanta artiklar inom området.

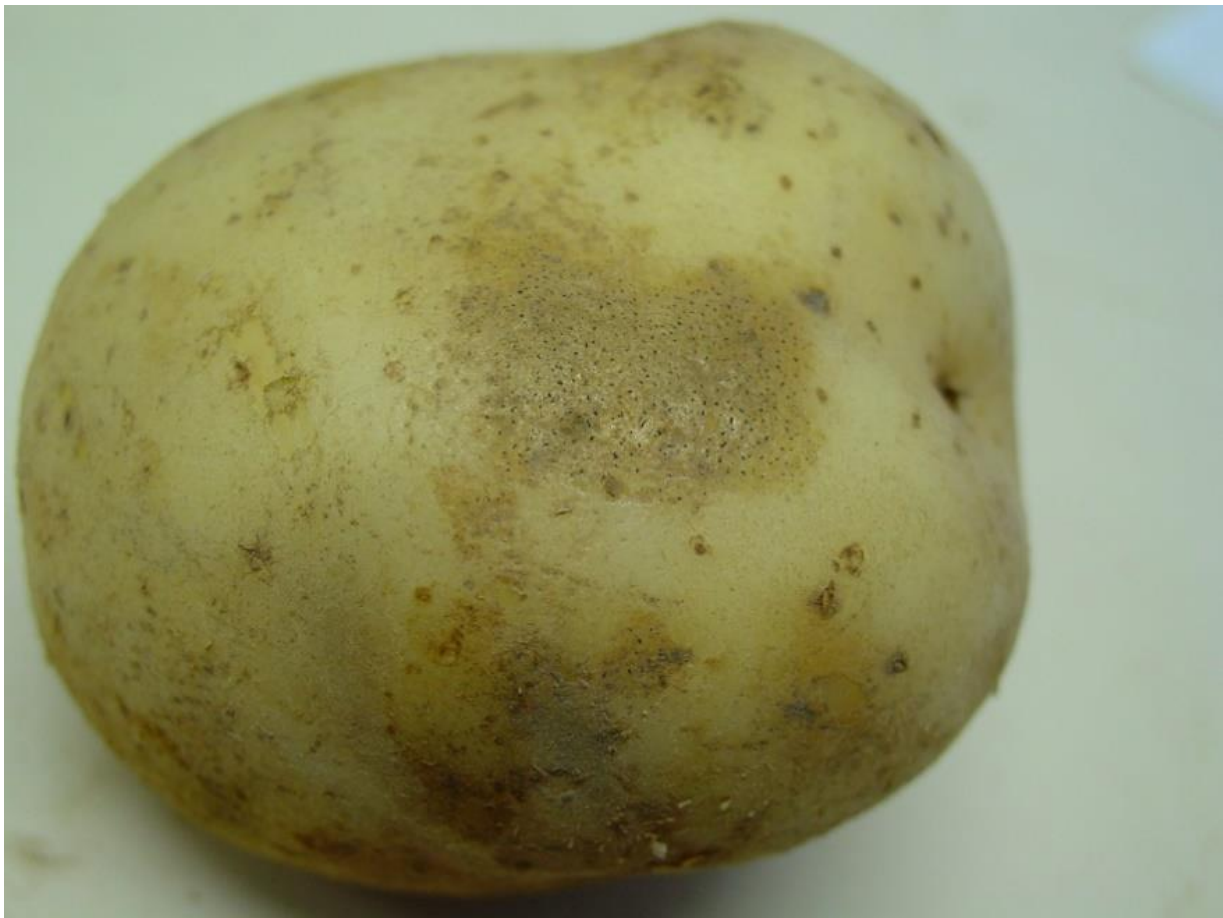
2.2 Intervju

Eftersom ytterst lite svensk litteratur om svampen (*Colletotrichum coccodes*) fanns att tillgå utfördes även intervjuer med tre stycken personer. De intervjuade personerna har god kännedom om den svenska potatisbranschen och de problem som rör den svenska potatisodlingen. Det gav också möjligheten att få en uppfattning om svartpricksjuka utgör ett problem i svensk potatisodling. Eftersom svartpricksjuka lätt kan förväxlas med silverskorv, gjordes ett aktivt urval av intervjupersoner, där personer med någon kunskap om svartpricksjuka valdes. Säkerligen finns där fler personer i Sverige med god kunskap om svartpricksjuka, men i brist på tid valdes enbart tre stycken. Personerna har godkänt sammanfattningen av deras svar på de besvarade frågorna samt att deras namn publiceras i arbetet.

3. Resultat litteraturstudie

3.1 Symptom

Svartpricksjuka orsakas av svampen *Colletotrichum coccodes* (Wallr.) S. Hughes. Sjukdomen har fått sitt namn från de små svarta prickar (mikrosklerotier) som bildas på knölar (se figur 1), stoloner samt både under- och ovanjordiska delar av stjälar på infekterade potatisplantor (Nilsson *et al.*, 2012; Bång, 2001; Stevenson, 2001).



Figur 1. I de brunare fläckarna kan små karaktäristiska svarta prickar noteras. Bild: Government of Western Australia, 2014. © Government of Western Australia, 2018

Angrepp sker först vid stjälbasen och sprider sig sedan vidare till stoloner, knölar och rötter (Bång, 2001). Symptom uppstår ofta först på rötter, där de minsta dör medan de grövre senare uppvisar liknande symptom som mogna stjälar (med acervuli) där de yttre vävnaderna lättare lossnar. Stoloner, rötter, stjälar och kärlsträngar (se figur 2) kan bli röd-lila i färgen vid infektion (Nilsson *et al.*, 2012; Ontario CropIPM, 2009).



Figur 2. De små svarta prickarna (mikrosklerotier) kan här tydligt ses i en stjälk. Bilden visar en tydlig röd-lila missfärgning. Ontario Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs (OMAFRA), 2009. © Queen's Printer for Ontario, 2009

Symptomen kan yttra sig redan vid skörd i form av ljusbruna fläckar på knölen som kan vidareutvecklas till mörkare bruna fläckar (AHDB Potatoes a, u.å.). Skadorna saknar några tydliga gränser, men kan vid kraftigare angrepp täcka hela knölen. Under senare halvan av sommaren kan bladen vissna och brunfärgade frätsår uppstår då på stjälkarna vilket kan leda till påtagliga skördeminskningar (Aldén *et al.*, 2017; Nilsson *et al.*, 2012).

Även om svampen finns närvarande på stjälkar, stoloner och rötter, leder det inte nödvändigtvis till infektion av knölen (AHDB Potatoes a, u.å.). Likväl, kan knölar som saknar synliga symptom fortfarande vara infekterade (Lees *et al.*, 2010), vilket innebär att studier som utförts med enbart visuell bedömning kan ha gett resultat som inte helt överensstämmer med nyare studier som använt DNA-teknik.

3.2 Biologi

Svartpricksjukans små svarta prickar består av mikrosklerotier, som är en övervintrande form av fruktkropp (Zitter *et al.*, 1989). Fruktkropp är den sporproducerande delen hos svamp (Olsson, u.å.). Övervintringen sker på rester av växtmaterial och kvarlämnade knölar, vilket krävs eftersom svampen inte är en aktiv jordpatogen. Mikrosklerotier är ofta 100–500 µm i diameter (Stevenson, 2001). Under våren utvecklas sklerotierna till acervuli som sitter i epidermis och som kan ge upphov till sporer (Bång, 2001; Zitter *et al.*, 1989). Sporererna kan sedan spridas och infektera nytt material. I nybildade acervuli kan små mörka nålformade borst, setae, noteras med hjälp av lupp (Bång, 2001; Zitter *et al.*, 1989). Infektioner på de underjordiska delarna fortsätter troligtvis under hela säsongen.

Svartpricksjuka kan resultera i högre infektion om jorden är dåligt dränerad. Patogenen gynnas av hög temperatur samt höga eller låga halter av kväve och fosfor (Pavlista *et al.*, 1992). Inokulering av *C. coccodes* på sandblästrade plantor (steril sand blåstes för att orsaka skada på bladen) gav i Johnsons & Miliczky's (1993b) studie högre infektion om efterföljande 24–48 timmar var blöta jämfört med om bara ett fåtal av de timmarna var blöta. Den högre infektionen uttryckte sig i fler skador på bladskaff och stjälk.

Vanligaste spridningen av sjukdomen till nya fält verkar vara genom utsädespotatis (Pavlista *et al.*, 1992). När sjukdomen väl etablerat sig i ett fält är den däremot svår att bli av med eftersom den kan överleva länge på plantmaterial i jorden (se 3.3).

En in vitro-studie visade att svampen var mest aktiv runt 24°C och hade högst hyftillväxt vid denna temperaturen och en in vivo studie (utsädesknölar infekterade med *C. coccodes* och planterade i krukor) i temperaturerna 15, 25 och 35 °C visade lägst förekomst av sjukdomen vid 15°C (Wicks, 2005). Glais-Varlet *et al* (2004) testade tillväxten av *C. coccodes* in vitro på malt-agar i olika temperaturer från 5–27°C. Isolat från olika geografiska områden användes. Samtliga hade tillväxt vid alla de olika temperaturerna, men tillväxten fördröjdes med 10 dagar vid 5°C och 4 dagar vid 10°C. Snabbast var tillväxten vid 27°C. Glais-Varlet *et al* (2004) testade också in vivo-test genom artificiellt infekterade småknölar i 5, 10 och 15°C. Symptom uppstod vid alla tre temperaturer men gick långsammare i de lägre. Vid skörden detekterades latent infektion hos 21% av knölarna (saknade symptom från svartpricksjuka).

Förutom på potatis orsakar *Colletotrichum coccodes* även problem på flera andra kulturväxter så som aubergine (*Solanum melongena*), tomat (*Solanum lycopersicum*) och spanskpeppar (*Capsicum annuum*), men går även på flertalet ogräsväxter (Júnior *et al.*, 2007; Kim & Cho, 1997; Dillard, 1987).

3.3 Överlevnad i jorden

Blakeman & Hornby (1966) testade hur livskraftiga sklerotier från *C. coccodes* var efter att ha varit nedgrävda i jord i 83 veckor och utsatta för vanlig växthusbevattning. Resultatet blev att 53% av sklerotierna fortfarande var livskraftiga. Uppgifterna styrktes av en senare fältstudie gjord av Dillard & Cobb (1998) som genom att ta sklerotier från *Colletotrichum coccodes* och placera dem på jordytan samt gräva ned dem 10 eller 20 cm ner i jorden, kunde demonstrera att 8 år senare var 0, 88 och 90% av sklerotierna livskraftiga. Samma studie utförde även experimentet under 5 års tid och fick då 55, 91 och 92% livskraftiga sklerotier. Det tyder på att växtföljden kan spela en viktig roll i att minska infektion, möjligen främst från de mer ytligt belägna sklerotierna. Resultaten indikerar att växtföljden bör vara längre än 5 år. Ska sjukdomen helt undvikas så räcker kanske inte en växtföljd på mer än 5 år, utan då krävs fält som är helt fria från inokulum. I en studie av Cullen *et al* (2002) hittades *C. coccodes* i fält där potatis inte odlats på 13 år. Små knölar odlade på platser där potatis inte odlats på 15 år var sjukdomsfria i Read & Hide (1995) studie, medan Johnson & Cummings (2015) observerade förekomst i 2 av 4 fält där potatis inte odlats på 15 år.

3.4 Förväxlingsrisk

En sjukdom som ofta förväxlas med svartpricksjuka är silverskorv (Nærstad *et al.*, 2012; Bång, 2001; Errampalli *et al.*, 2001; Andrivon *et al.*, 1997). Den orsakar, precis som svartpricksjuka, fläckar (blemish) på peridermet och de två sjukdomarna förekommer inte sällan tillsammans (Errampalli *et al.*, 2001). Vid infektion av peridermet från svartpricksjuka på knölnarna blir vävnaden ofta grå under lagring (Stevenson, 2001). Det gråa utseendet är en annan faktor som gör att det lätt kan misstas för silverskorv och det är inte ovanligt att de två sjukdomarna förekommer tillsammans på knölar (Nilsson *et al.*, 2012). Diagnostisering av patogenerna kan göras när de sporulerar eftersom det är morfologin hos sporererna som utgör den avgörande skillnaden mellan de båda. Även med hjälp av PCR kan de två sjukdomarna skiljas åt (Cullen *et al.*, 2001).

Förväxlingsrisken har möjligen inneburit att påverkan från svartpricksjuka underskattats (Lees & Hilton, 2003; Nitzan *et al.*, 2002; Andrivon *et al.*, 1997). Tidigare fanns inget betningsmedel mot svartpricksjuka, utan bara för silverskorv. Den aktiva substansen som då användes var imazalil (Bång, 2001). Användningen av fungiciden höll tillbaka silverskorv och tenderade då att ge mer utrymme för svartpricksjuka att växa sig starkare. Imazalil finns fortfarande tillgängligt i Sverige via produkten Diabolo, som tidigare hette Fungazil 100 (Aldén *et al.*, 2017). Idag finns dock även betningsmedlet Maxim 100 FS (aktiv substans: fludioxonil) som är verksamt mot utsädesmita från silverskorv och svartpricksjuka.

Hunger & McIntyre (1979) noterade en högre grad av infektion från svartpricksjuka samt silverskorv på sorter med tunnare skal än de med tjockare skal vilket var förväntat då penetreringen från svampen lättare kan ske. Hunger & McIntyre (1979) menar att den sporproducerande acervulin från *C. coccodes* är väldigt svåra att uppmärksamma utan lupp. Är knölnarna otvättade är det nästan en omöjlighet att upptäcka dem, vilket troligen varit en del av svårigheten med att skilja på svartpricksjuka och silverskorv.

Svartpricksjuka angriper potatisplantans samtliga delar, medan silverskorv enbart angriper peridermet av knölen (Olsson *et al.*, 2008). Experimentella försök att infektera stjälkar, rötter och stoloner med silverskorv har misslyckats (Carmen & Rosemary, 1991).

Symptom visar sig ofta sent på säsongen och kan då lätt misstas för normal kloros eller naturligt åldrande (Barkdoll & Davis, 1992). Vissningssymptom kan påminna om de som orsakas av *Verticillium* eller *Fusarium* ssp (Stevenson, 2001; Pavlista *et al.*, 1992).

3.5 Konsekvenser av infektion

Uppköparnas kvalitetskrav på potatis fria från fläckar och märken påverkar troligen mängden svinn (Franke *et al.*, 2013). Efterfrågan på tvättad och förpaketerad potatis har ökat och svartpricksjuka har då fått ökad ekonomisk betydelse eftersom den missfärgning som sker av knölens skal vid infektion av *C. coccodes* ger en större bortselektering (Brierley *et al.*, 2015; Nærstad *et al.*, 2012; Lees & Hilton, 2003; Nitzan *et al.*, 2002; Cullen *et al.*, 2001; Andrivon *et al.*, 1997). Traditionellt sett har otvättad potatis sålts i lösvikt, vilket inneburit att mildare skalsjukdomar som

svartpricksjuka, silverskorv och lackskorv (*Rhizoctonia solani*) inte haft någon större påverkan i bortsorteringen (Lees & Hilton, 2003; Andrivon *et al.*, 1997).

I ett växthusexperiment och ett treårigt fältförsök utfört av Johnson (1994) användes sandblästrare (steril sand blåstes) för att orsaka skada på bladen av sorten Russet Burbank som sedan inokulerades med *C. coccodes*. Lufttrycket som användes gav en vindhastighet på 4 m/s vid bladens yta. Växthusexperimentet utfördes två gånger där båda försöken ledde till signifikant skördeminskning (32% samt 19%) och signifikant lägre medelvikt på knölarna (29% samt 43%). I fältförsöket minskade U.S. No. 1 graderade potatisar signifikant i både vikt och antal per planta. Klassen U.S. No. 1 är den högsta kvalitetsklassen av potatis i USA, vilket motsvaras av SMAK Klass 1 i Sverige (Svensk Potatis, 2015; USDA, 2011). Viktigt att notera var att sandblästringen i sig inte påverkade skörden. I Israel, där det odlas potatis under både vår och höst, gav artificiell inokulering av fem olika potatissorter signifikanta skördereduceringar på upp emot 30% (Tsrur *et al.*, 1999). Förlusterna var större under hösten. Reducerad skörd har rapporterats från andra studier (Barkdoll & Davis, 1992; Mohan *et al.*, 1992).

3.6 Lagringsförhållanden

Lagringsperioden består traditionellt av tre olika faser; sårhäkning, nedkylning samt viloperiod (Ascard, 2003). Under skörd och efterbehandling kan peridermet skadas vilket lämnar öppningar för infektion av patogener. Peridermet är inte fixerat eller statiskt, utan kan biokemiskt regenerera sig själv genom sårhäkning (Stevenson, 2001). Efter skörd kan därför potatisen lämnas i sårhäkning, vilket innebär att potatisen ligger i 7–15 °C med hög relativ fuktighet (95-99%) i 2–3 veckor (Ascard, 2003; Janssen, 2002). Under denna period läker potatisen mindre sår genom främjande av suberinisering som gör skalet tjockare (Janssen, 2002; Hunger & McIntyre, 1979). Användning av lägre temperaturer under sårhäkningen innebär att processen tar längre tid (Ascard, 2003). Peters *et al* (2016) studerade effekten av sårhäkning innan lagring hos sorten Maris Piper. En längre sårhäkningsperiod (14 dagar vid 12 °C) gav större angrepp från svartpricksjuka än en kortare sårhäkning (4 dagar vid 12 °C) när knölen odlades i höga nivåer av inokulum samt att säsongen pågick över 135 dagar efter 50% uppkomst av grödan. Längden på sårhäkningen hade ingen signifikant skillnad hos de knölar som odlades i lägre nivåer av inokulum. Angreppen var generellt lägre i kortare säsong.

Lagring i låg temperatur hämmar sjukdomsutveckling och groningenstillväxt (Cunnington, 2008). Peters *et al* (2016) visade att en lagringstemperatur på 2,5 eller 3,5 °C inte gav någon skillnad i utveckling av svartpricksjuka vilket troligen betyder att patogenen inte är aktiv vid så låga temperaturer. En snabb sänkning av temperaturen rekommenderas därför vid inlagringen för minskad risk för spridning av svartpricksjuka (Aldén *et al.*, 2017; Nilsson *et al.*, 2012; Cunnington, 2008). Det innebär att man undviker eller minskar sår-läkningsperioden. Nilsson *et al* (2012) rekommenderar en temperatursänkning på 0,5 °C per dag efter upptaget av knölarna. Därefter hålls temperaturen på 2,5–4 °C med god ventilation så knölarna kan torka snabbt. En avvägning som måste göras är om sår-läkningsperioden verkligen ska minskas. Skador kan ske både vid skörd och inlagring vilket ökar risken för nya angrepp av svampar och bakterier, samt att knölen riskerar att tappa högre mängd vatten, problem som kan minskas med hjälp av sår-läkningen (Kronhed *et al.*, 2011). Peridermet på en potatis är vid mognad (fullt suberiniserat och oskadat) ett effektivt hinder för patogenintrång (Wood *et al.*, 2013; Stevenson, 2001) och utgör även det primära skyddet för andra biotiska och abiotiska faktorer (Graça, 2015; Neubauer *et al.*, 2013; Taiz & Zeiger, 2002; Lulai & Orr, 1994). Det finns andra ingångar i form av lenticeller, stjälkar och ögon. Lenticeller bildas direkt under stomatan för att kunna ha ett fortsatt gasutbyte genom peridermet (Stevenson, 2001), vilket ger en väg in för patogener. Ytan på knölen förändras kontinuerligt under utveckling i respons på yttre faktorer.

Paul *et al* (2016) menar att en långtidslagring på 2–4 °C för mat- eller industripotatis inte är optimalt eftersom konsumenter inte är intresserade av sötare potatisar. Lägre temperaturer leder till högre sockerhalter (glukos, fruktos och sukros) än vid högre lagringstemperaturer (O'Donoghue *et al.*, 1995), ett fenomen som kallas cold-induced sweetening, där stärkelsen bryts ned till reducerade sockerarter (Sonnewald, 2001). Det verkar däremot inte vara ett problem för konsumenter i Sverige och Västeuropa där långtidslagring av matpotatis normalt rekommenderas till 3–5 °C (Kronhed *et al.*, 2011; Ascard, 2003). Förutom en ökad risk för sjukdomsutveckling av svartpricksjuka vid högre lagringstemperaturer, så är det mer gynnsamt för groningen efter viloperioden, vilket innebär att antigroningsmedel ofta behöver användas (Paul *et al.*, 2016). Det vanligaste antigroningsmedlet som universellt används är klorprofam, som är kontroversiell med studier som visar på hälsorisker (Paul *et al.*, 2016;

Kronhed *et al.*, 2011). I Sverige finns det däremot ingen större tradition av att använda antigroningsmedel på matpotatis (Kronhed *et al.*, 2011).

Torkning av knölnarna under två veckor i 10 eller 15 °C visade sig enligt en studie från Hide & Boore (1991) minska omfattningen av flertalet patogener, däribland svartpricksjuka, efter 20 veckors lagring vid 5°C. Effekten var tydligare hos tidigt skördad potatis jämfört med sent skördad potatis.

Wood *et al* (2013) utförde ett experiment med flyktiga ämnen som verktyg för att bekämpa skalsjukdomar till paketerad potatis. Enligt Wood *et al* (2013) finns det flera flyktiga ämnen från växter som visat sig ha svampdödande egenskaper. De sjukdomar som testades i studien var flyktiga ämnen på var bakterien *Pectobacterium atrosepticum* (stjälkbakterios), samt svamparna *C. coccodes* och *H. solani*. Patogenkulturerna utsattes för acetaldehyd eller 2E-hexanal. 2E-hexanal är en lättflyktig organisk förening som finns naturligt i bananer (Aurore *et al.*, 2011). Det visade sig att acetaldehyd inte var effektiv mot de här sjukdomarna, men att 2E-hexanal uppvisade inhibitoriska effekter mot svampens tillväxt. En koncentration av 5 µL/L 2E-hexanal var tillräckligt för att helt inhibera tillväxten av samtliga patogener *in vitro*. Ännu lägre koncentrationer, 2,5µL/L, visade sig i cytologiska studier vara tillräckligt för att inhibera groningen av svamparna. Med tanke på de låga mängder som krävdes för att inhibera svamparna, visar studien att 2E-hexanal potentiellt kan vara en effektiv metod för att bekämpa skalsjukdomar i lagring av potatis. Värt att notera var även att ingen av patogenerna fortsatte växa efter inkuberingen, vilket tyder på en dödande effekt på svamparna från volatilen. Om så är fallet, skulle det innebära att enbart en behandling vid inlagring skulle vara tillräckligt för hela lagringsperioden. Författarna av studien påpekar dock att fler studier behövs för att få en bättre förståelse av funktionaliteten av 2E-hexanal. De menar också att experiment av denna typ behöver utföras *in vivo* samt i storskaliga försök med rätt förhållanden i riktiga potatislager. Höga koncentrationer av vissa aldehyder har visat sig kunna vara fytotoxiska för frukter (Martínez, 2012).

Till skillnad från silverskorv, producerar *C. coccodes* inga sporer under lagring som ger utrymme för nya infektioner (Hamm & Johnson, 2012). Svartprickasjuka har inget känt sätt att spridas i lager eftersom de är anpassade för spridning genom vattenstänk. I Hamm & Johnsson (2012) studie sågs inga symptom vid inlagring utan

de verkade uppstå under den efterföljande månaden. När väl symptomen uppstått verkade de infekterade ytorna inte heller öka i storlek under lagring. Det tyder på att infektionen skedde redan innan lagringsperioden även om symptomen inte hade uppstått än.

3.7 Identifiering och kvantifiering

Med moderna tekniker av real-time PCR kan nivåer av *C. coccodes* både snabbt och noggrant kvantifieras i jord och på knölar (Cullen *et al.*, 2002). Det behövs bara tre timmar för att avgöra kvantiteten *C. coccodes* DNA i jordprov. PCR-metoder har hög känslighet och specificitet vilket visades i ett experiment utfört av Cullen *et al* (2002) där inokulum i jordar med tre *C. coccodes* sporer per gram jord, eller motsvarande 0.06 mikrosklerotier per g jord kunde detekteras. PCR-metoderna är därmed ett möjligt verktyg att använda i integrerat växtskydd (Brierley *et al.*, 2015). I studien utförd av Cullen *et al* (2002) menar författarna att PCR-metodens förmåga att kvantitativt avgöra halten av *C. coccodes* även kommer att ge bättre förutsättningar för fortsatta studier och arbete om faktorer som påverkar förekomsten av svartpricksjuka. Det innebär att hur stor påverkan från faktorer som jordtyp, typ av inokulum, val av grödor i växtföljden, bevattning samt effektiviteten av bekämpningsmedel lättare kan studeras och dess betydelse för svartpricksjukans spridning kan utredas. I Australien finns jordprov (DNA-baserat) tillgängligt för odlare som ger en indikation om risken för svartpricksjuka (Rettke & Mckay, 2015). Om moderna DNA-tekniker faktiskt används i potatisodlingar i någon utsträckning för kvantifiering av *C. coccodes* är mer tveksamt, åtminstone inte i Sverige (se intervju Åsa Rölin).

I en studie från Alananbeh & Gudmestad (2016) samlades 370 sporisolat från potatisplantor naturligt drabbade av *C. coccodes* i nio delstater (USA). Isolaten analyserades med amplified fragment length polymorphism (AFLP) markers, som är en PCR-baserad teknik som använder selektiv amplifiering av delar från DNA-fragment för att generera och jämföra olika unika så kallade fingeravtryck hos fragmenten (Paun & Schönswetter, 2012). Resultaten från studien visade betydande skillnader i genetisk variation både mellan och inom *C. coccodes*-populationer. McDonald (1997) menar att det är viktigt att studera populationsgenetiken hos sjukdomar eftersom patogener konstant anpassar sig till nya miljöer och förutsättningar. Den typ av storskalig odling som bedrivs idag, för med sig tydliga

selektioner av patogenpopulationer. För att effektiv bekämpning ska ske, måste den utföras mot en population och inte mot individer. Därför är det viktigt att förstå hur patogeners populationsstruktur förändras vid olika bekämpningar.

Att dokumentera rotinfektion på miniknölar visade sig enligt Carnegie *et al* (2003) vara en pålitlig metod med hög känslighet för att upptäcka skador från jordburet *C. coccodes*. Det krävdes minst nio veckors tillväxt, vilket kunde reduceras vid användning av mikroplantor istället för miniknölar. Rötter lämpar sig att använda eftersom de är mottagliga för svampen samtidigt som de sprider ut sig i jorden, vilket ökar möjlig kontakt med svampen jämfört med knölar eller stjälkar. Studien visade att ett sådant bioassay-test kan detektera väldigt små mängder av inokulum (*C. coccodes*). Närvaro av mindre än 0,4 mikrosklerotier per gram jord kunde detekteras. Metoden visade sig vara lika effektiv som real-time quantitative PCR vid detektion av artificiellt infekterade jordar som plockades sex månader efter potatisodling senast skett. Vid längre intervaller mellan senaste potatisodlingen och test av jorden, visade sig bioassay vara en mer effektiv metod att detektera jordinokulum än PCR. Möjligen blev utfallet så eftersom överlevande sporer inte är jämt fördelade och större mängder jord behöver testas för att få med de små mängderna överlevda sporer som finns kvar.

I nordvästra USA hittade Johnson & Cummings (2015) under ett treårigt försök *C. coccodes* först vid stolonfästet på knölar mellan 84–109 DAP (dagar efter sättnings) och därefter på peridermet 102–109 DAP. Förekomsten av infekterade knölar noterades mellan 100–130 DAP, och ökade markant efter 140 DAP. Vid skörden sågs inga sjukdomssymptom på knölar, även om svampen detekterades, vilket indikerar latent infektion. Senare under lagring kunde sjukdomssymptom däremot observeras. I Australien planterades naturligt infekterade utsädesknölar (sort Coliban) i lerjord (Wicks, 2005). Efter 42 dagar kunde svampen detekteras i det vaskulära systemet, följt av symptom på stjälek efter 70 dagar och infektion av knölen efter 84 dagar. Fåtalet knölar uppvisade infektion redan efter 84 dagar, men ytterligare 28 dagar senare började antalet öka betydligt, där 80% av knölar uppvisade externa symptom. I engelska försök var symptom från svartpricksjuka synliga på stjälken 90 DAP medan de första observationerna på stolon och rötter gjordes 104 DAP (Brierley *et al.*, 2015). I Frankrike inokulerade Andrivon *et al* (1998) utsädespotatis av sorterna Bintje och Roseval med *C. coccodes*, där symptomen hos

båda sorterna först sågs på rötterna, sedan på stolonerna och slutligen på stjälkarna och knölarna. Vid uppkomst av rötter och stoloner, kunde infektion av dessa noteras direkt medan infektion av stjälken skedde när inokulum på de underjordiska plantdelarna var höga.

Pasche *et al* (2010) gjorde isoleringar av *C. coccodes* på fyra platser i norra USA under två år. Resultaten visade att kolonisering av stjälkvävnad var högre än kolonisering av stoloner och rötter på alla fyra testplatserna. Det är allmänt accepterat att infektioner från *C. coccodes* är latenta under en längre period. Det är möjligt att symptomen tidigare och tydligare syns i tunnare rot- och stolonvävnad än i tjockare stjälkvävnad. På samtliga platser detekterades båda åren *Colletotrichum coccodes* på stjälkar redan vid den första provtagningen, som skedde så tidigt som 14 dagar före uppkomst. Eftersom infektioner som senare ger symptom sker tidigt, är det möjligt att tidig fungicidapplicering är det mest effektiva.

3.8 Förekomst av svartpricksjuka

Colletotrichum coccodes identifierades på potatisknölar (sorten Sava) i Vittskövle och Arentorp med hjälp av molekylära studier med patogen-specifika primers.

Förekomsten var 4% i Vittskövle samt 13% i Arentorp (Alström & Andersson, 2011). Bång (2005) samt Brorsson (2011) har också bekräftat förekomst av svartpricksjuka i Sverige. Några större, mer omfattande, studier om hur vanlig förekomsten av sjukdomen är i Sverige har inte gjorts.

I Norge odlas varje år potatis för ungefär 500 miljoner norska kronor och det uppskattas att skalsjukdomar (skin blemish disease) orsakar ekonomiska förluster på 28 miljoner norska kronor (Nærstad *et al.*, 2012). Nærstad *et al* (2012) testade under två år 247 potatisodlingar belägna runt om i Norge för skalsjukdomar. Knölarna genomgick först visuell inspektion där 35,2% av proven uppvisade symptom av svartpricksjuka. Knölarna testades sedan genom ett inkuberingstest, där 59% ena året samt 54% andra året hade närvaro av antingen mikrosklerotier eller acervuli med setae. I genomsnitt uppvisade 11,4% av alla inkuberade knölbitar svartpricksjuka.

Nitzan *et al* (2008) studerade under fyra år relationen mellan jordburet inokulum och omfattningen av svartpricksjuka. De testade koncentrationerna var 0, 0,5, 1,7, 5 och 8,3 g infekterade vetekorn per liter jord. Utveckling av kloroser och nekroser på

bladen ökade bara upp till 0,5 och 1,7 g/liter. Inte heller densiteten av sklerotia på rötter eller höjden på stjälkar ovanför jord som sklerotia var synligt ökade efter 0,5 g/liter.

Lees *et al* (2010) granskade under tre år 112 potatisodlingar runt om i England och Skottland. Jordprov testades för *C. coccodes* före sättnig. Före och efter sättnig utvärderades knölarna visuellt för svartpricksjuka samt med real-time PCR för förekomst av *C. coccodes*. Under de tre åren detekterades *C. coccodes* DNA från 74% av jordarna med den högsta uppmätta nivån 7100 pg DNA g⁻¹ jord. Ett godtyckligt tröskelvärde för nivåer av jordburet inokulum användes för att kategorisera sjukdomsriskerna. Den låga kategorin innebar mindre än 100 pg DNA (*C. coccodes*) g⁻¹ jord. Här hade 35% av knölarna svartpricksjuka medan de högre nivåerna medium (100–1000 pg DNA g⁻¹ jord) och hög (>1000 pg DNA g⁻¹ jord) hade 63% samt 96% svartpricksjuka. Enbart 7% av den låga kategorien hade visuella symptom av svartpricksjuka på över 20% av ytan, medan medium och hög hade 40% samt 57%. Viktigt att poängtera är att det var kommersiella odlingar som granskades, och därför skiljde sig flera faktorer som kan ha påverkat slutresultatet. Sådana faktorer kan ha varit odling av olika sorter med olika mottagligheter för svartpricksjuka, olika längd på säsongen, olika typer av bevattning samt användning av azoxystrobin i varierad utsträckning. Senare har Peters *et al* (2016) studie gett stöd för riskkategorierna. De studerade under 4 års tid hur odlingssäsongens längd samt hur olika koncentrationer av inokulum av *C. coccodes* påverkade förekomsten av svartpricksjuka på potatisen. Sorten som användes var Maris Piper. Vid kort säsong (112 dagar efter uppkomst) skiljde sig svartpricksjukans omfattning mellan plantor odlade i låg, medium och hög nivå av inokulum väldigt lite. Var säsongen däremot längre (145 dagar efter uppkomst) så fick de högre halterna större påverkan. Sjukdomsgraden ökar vid längre säsonger och kan förklara varför vissa sorter är mer mottagliga för svartpricksjuka än andra (Read, 1991). I South Australia visade växter som odlades i jord med 5–10 mikrosklerotier per gram jord ha signifikant lägre halter av *C. coccodes* i plantsaften än dem som odlades i 20 mikrosklerotier per gram jord (Wicks, 2005). Högre mängd mikrosklerotier innebar snabbare utveckling av naturligt åldrande 56 till 98 dagar efter plantering av knölarna, men mängden infektion av knölarna skiljde sig däremot inte åt mellan de olika

halterna. Barkdoll & Davis (1992) studie visade att kolonisering av knölar från *C. coccodes* var starkt korrelerat med antalet kolonibildande enheter som fanns i jorden.

År 1990 och 1991 testades 13 kommersiella fält i Washington State med odling av sorten Russet Burbank för *C. coccodes*. I samtliga fält kunde svampen isoleras på en stor andel av potatisplantorna under mitten av sommaren (Johnson & Miliczky, 1993a). Belov *et al* (2017) testade 15 stycken privata och kommersiella odlingar av tomat och potatis för förekomsten *C. coccodes* i europeiska delen av Ryssland (sex stycken tomatodlingar, nio stycken potatisodlingar). Gröna, icke-slokande blad med tydliga mörka nekroser plockades från plantor med minst 5 meters mellanrum (20–25 stycken totalt per plats). Nekroserna liknade torrfläcksjukans skador. DNA-test utfördes på proven för att identifiera eventuell *C. coccodes*. För tomat analyserades 92 prover, där 13 av dem innehöll *C. coccodes* (alla från de södra regionerna av europeiska Ryssland). På potatis isolerades *C. coccodes* enbart i 5 av 96 fall (med en högre regionsspridning än tomat). Utveckling av svartpricksjuka på ovanjordiska delar av plantan kan orsaka stora mängder av sporer som vid senare tillfälle kan sprida sig till andra plantor och andra delar av plantan vid regn eller bevattning (Belov *et al*, 2017). Under skörden är det möjligt att knölar kan skadas och infekteras från nekroser som sporulerar på bladen. Belov *et al* (2017) menar därför att systemiska eller translaminära (bladgenomträngande) fungicider krävs på döende blast för att skydda knölar. Fungiciden Amistar har både translaminär och systemisk effekt (Syngenta, 2017a). Behandling med Amistar får ske senast 14 dagar före skörd (Syngenta, 2017b). Kemisk uttorkning på de ovanjordiska delarna innan skörd skulle enligt Belov *et al* (2017) möjligen också vara hjälpfullt.

Svartpricksjuka är vanligt förekommande i Australien (Wicks, 2005). Hundra utsädesknölar plockades från 28 kommersiella odlare under både 2001 och 2002. Första året var förekomsten relativt låg, där elva av 28 odlare inte hade någon förekomst av *C. coccodes*. Resterande 17 hade förekomst på mindre än 30% av de hundra knölar. 2002 var förekomsten betydligt mer omfattande, där knölar från enbart två odlare var fria från detektion av *C. coccodes*. Hos resterande 26 odlare, gick det att detektera *C. coccodes* på mer än 30% av knölar. I nio delstater i USA samt två provinser i Kanada var förekomsten av *C. coccodes* i certifierade utsädesknölar 0–90% (1994) och 0–53% (1995) (Johnson *et al.*, 1997).

I Frankrike var knölinfektion betydligt mer förekommande efter blastdödning, vilket möjligen beror på det ökade döende material för svampen att kolonisera (Andrison et al., 1997). Det leder till möjligheten att uppföröka inokulumhalterna som i sin tur kan infektera knöla. På Gotland följde Brorsson (2011) uppförökning av olika skalsjukdomar med tiden efter blastdödning med hjälp av både molekylära och biologiska tester. Två olika blastdödningsbehandlingar användes, där den ena var enbart Reglone (4 l/ha) och den andra var blastkrossning + Reglone (2 l/ha). Provtagning gjordes var fjärde dag mellan slutet av augusti och början av oktober. Förekomsten av svartpricksjuka var relativt låg, men både pluggtest och DNA-test visade på ökning av svartpricksjuka med tiden efter blastdödning. Vilken av blastdödningsbehandlingarna som användes påverkade inte resultatet signifikant. Blastdödning används för att främja mognad av peridermet (Lulai, 2007). Lulai (2007) menar att det är den enda bevisade metoden som snabbar på skalbildning och läkandet av skador.

Wicks (2005) testade två platser med potatisodling i South Australia med en förekomst på 48% och 56% av *C. coccodes* (naturligt infekterade). Dessa besprutades med Reglone (för blastdödning). Två dagar senare placerades små plasttält över plantorna, där sedan vissa fick bevattning ovanifrån två gånger per vecka (4 mm per gång) och de andra undanhölls bevattning. Sex veckor efter applicering av Reglone skördades knölarna och förekomst av *C. coccodes* testades. Resultaten visade en signifikant reduktion av förekomsten när knölarna undanhölls bevattning efter blastdödning. Bevattning sprider troligtvis konidier från infekterade vävnader ned till knölarna. Dessutom krävs fri fukt (från regn, bevattning, dimma eller dagg) för groningen av sporer och infektion av vävnader (Wharton, 2015). Att bevattning ovanifrån ger högre förekomst av *C. coccodes* såg Wicks (2005) genom att plantera infekterat utsäde i krukor och sedan vattna ovanifrån eller underifrån (ställa krukor på fat med vatten). Av plantorna som bevattades ovanifrån utvecklade 90% svartpricksjuka medan 55% av de som fick bevattning underifrån utvecklade svartpricksjuka. Resultaten indikerar att vattnet är en viktig transportör av inokulumet.

Andrison et al (1997) skrev att det fanns indikationer på att förekomsten av svartpricksjuka i Frankrike ökat och att det kan bero på de ovanligt varma somrar som landet hade haft när studien utfördes. Det skulle i sådana fall ha gynnat svampen som verkar ha 22°C som optimal groningenstemperatur (Dillard, 1988). Ben-

Daniel *et al* (2010) såg att isolat från varmare klimat var signifikant mer aggressiva. Även Jordbruksverket varnar för att varmare somrar kommer att ge ökat problem med svartpricksjuka (Furenhed & Gertsson, 2014).

3.9 Typer av inokulum

För att förstå hur man ska bekämpa och undvika svartpricksjuka kan det vara bra att förstå hur stor olika inokulums påverkan är eftersom infektion av både växt och knöl verkar kunna härstamma från både frö- och jordburna inokulum (Read & Hide, 1988). I en studie gjord av Lees *et al* (2010) användes real-time PCR för att kvantifiera jord- och knölinokulum av *C. coccodes*. Studien visade att inokulum från utsädespotatis hade liten påverkan på uppkomsten av svartpricksjuka på potatis. Jämförelsevis hade jordburet inokulum en stor påverkan på utveckling och skadegörelse från *C. coccodes*. Dung *et al* (2012) styrkte uppgifterna om att knölburet inokulum inte har en konsekvent påverkan på utveckling av svartpricksjuka. Det finns däremot andra effekter från utsädesinokulum som bör beaktas. Det är en viktig källa av spridning till jordar som tidigare varit sjukdomsfria samt att det verkar ha en additiv effekt på skörden i jordar med jordburet inokulum (Lees *et al.*, 2010; Nitzan *et al.*, 2005; Komm, 1978). Att jordburet inokulum troligen har större påverkan på förekomst av svartpricksjuka stöds av andra tidigare studier (Nitzan *et al.*, 2008; Denner *et al.*, 1998). Jordbruksverket påpekar också att marksmitta är den viktigaste smittkällan (Aldén *et al.*, 2017). Det är möjligt att jordburet inokulum utgör en större risk med tanke på att det ofta finns utspritt i jorden och kan infektera rötter på flera ställen (Nitzan *et al.*, 2008).

Luftburen infektion är möjligen också viktig i initiering och utveckling av svartpricksjuka (Mohan *et al.*, 1992). Mohan *et al* (1992) studerade potentialen för *C. coccodes* att orsaka symptom på ovanjordiska delar av potatisplantan. Försöken utfördes både under växthus- och fältförhållanden genom att bespruta de ovanjordiska delarna med en suspension av konidier från *C. coccodes*. I växthusförsöken orsakade detta nekrotiska skador på stjälk, blad och bladskäft, samt bladnervsdöd. Även om skadorna uppstod främst där tidigare sår fanns, observerades skador där inga uppenbara tidigare sår fanns. Det skulle i så fall innebära att patogenen kan kolonisera vävnad som inte är skadad. I fältförsöket, som utfördes två år, observerades nekrotiska skador det första året på väldigt liten andel av plantorna. Det andra året fanns inga tydliga symptom på de ovanjordiska delarna

förrän stjälkarna dog. Författarna av studien noterade att skadorna orsakade av *C. coccodes* på ovanjordiska delar påminde om de skador som orsakas i tidigt stadie av torrfläcksjuka (*Alternaria solani*) och skulle därför kunna misstas för denna.

3.10 Kemisk bekämpning

Nitzan *et al* (2005) utförde en treårig studie som visade att användning av fungiciden azoxystrobin ledde till färre antal svartprick-infektioner av utsädesknölar samt kolonisering av stjälken jämfört med obehandlade plantor. Flera senare gjorda studier stödjer uppgifterna om azoxystrobins effekt (Brierley *et al.*, 2015; Cummings & Johnson, 2008). Enbart ett av tre år gav någon signifikant skillnad i skördeökning i Nitzan *et al* (2005) studie mellan azoxystrobin-behandlade plantor och kontrollerna, men författarna tror att under de andra två åren påverkades skörden av närvaro från *Verticillium dahliae* (kransmögel), som orsakar vissnesjuka, snarare än brist på positiv påverkan från azoxystrobinbehandling. I Cummings & Johnsons (2008) studie gav azoxystrobinbehandling ingen signifikant skillnad i skördeökning, här användes däremot enbart en applicering medan Nitzan *et al* (2005) använde flertalet appliceringar. Cummings & Johnsons (2008) såg att en azoxystrobinapplicering i ett tidigt tillväxtstadie av potatisplantan (34–60 dagar efter sättning) reducerade svartpricksjukan, men omfattningen av svartpricksjuka på stjälkarna var lägre jämfört med kontrollerna om appliceringen skedde 60 dagar efter sättning (DAP) än om applicering skedde 34 eller 43 DAP. I Brierly *et al* (2015) studie minskade sjukdomens omfattning signifikant på knölar av sorterna Maris Piper, Sante och Saxon, men inte för sorten Estima vid användning av azoxystrobin. Appliceringen av fungiciden skedde i fåran vid sättning (750 g/ha verksamt ämne). Användning av bevattning ökade däremot smittans omfattning på alla sorter förutom Saxon. Ett senare skördedatum ökade omfattningen av svartpricksjuka hos samtliga sorter. Bekämpning med azoxystrobin i fåran eller jorden har anammats i Storbritannien av potatisodlare, framför allt av odlarna inom paketeringsindustrin (Brierley *et al.*, 2015).

Azoxystrobin är en strobilurinfungicid (Fernández-Ortuño *et al.*, 2010). De har uppvisad effekt mot alla de fyra stora patogengrupperna Ascomycota, Basidiomycota, Deuteromycota samt Oomycota. De uppvisar skyddande, systematiska och avdödande effekter. Strobiluriner tillhör en grupp som kollektivt kallas quinone outside inhibitors (QoI). Dessa inhiberar elektrontransportkedjan vilket

innebär att de hindrar svampens utveckling genom att blockera cellernas andningsprocess (Chen & Kang, 2017; Syngenta, 2017a).

Viktigt att tänka på är att patogener har uppvisat resistent-tendenser mot azoxystrobin och därför är varsam användning av fungiciden en förutsättning för möjlighet till fortsatt framtidig användning (Miller *et al.*, 2011; Fernández-Ortuño *et al.*, 2010). Torrfläcksjukan är ett exempel på en potatispatogen som har uppvisat minskad sensitivitet mot Qol (Pasche *et al.*, 2004). Jordbruksverket klassar azoxystrobin (Amistar) som hög risk för resistens i sin årliga skrift *Bekämpningrekommendationer, svampar och insekter* (Aldén *et al.*, 2017).

Tidpunkten för användning av fungicider verkar vara viktig. I en studie från Ingram *et al* (2011) fann man att applicering av fungiciderna azoxystrobin och pyraclostrobin på sorten Russet Burbank gav signifikant ($P < 0,05$) mindre angripna stjälkar om appliceringen skedde före inokulering av *C. coccodes* jämfört med kontrollerna, som var inokulerade men inte fick någon fungicidbehandling. Det blev däremot ingen signifikant skillnad när appliceringen av fungiciderna skedde efter inokuleringen. I studien testades även att använda azoxystrobin med bevattningssystemet eftersom underjordiska delar av växten är svåra att komma åt med fungicider. Appliceringen skedde 50 samt 67 DAP eftersom det är ungefär när knölinitiering börjar. Resultaten visade signifikanta skillnader mellan de behandlade och de icke-behandlade vid 79 DAP när det gällde andelen under- och ovanjordiska stjälkdelar som var koloniserade av *C. coccodes*. Den här signifikanta skillnaden försvann däremot vid 102 DAP. Förekomsten av infekterade knölar skiljde inte signifikant vid 79 DAP eller 102 DAP, däremot var förekomsten signifikant lägre på de behandlade knölna vid 140 DAP än de obehandlade. Applicering verkar inte ha någon botande effekt men möjligtvis en förebyggande effekt. Ingram *et al* (2011) menar att infektion från jordburet inokulum är svårt att undvika eftersom infektionen kan ske under hela säsongen. Förutsättningarna för *C. coccodes* att infektera underjordiska delar av plantan är ofta goda eftersom jordar ofta är fuktiga. Nya vävnaderna är lätta att angripna och samtidigt svåra att skydda med hjälp av fungicider. Författarna av studien påpekar att resultaten visar på att fungicider troligen inte ska användas som ett primärt sätt att undvika angrepp av svartpricksjuka. Istället uppmuntras resistent sorter och andra förebyggande odlingsåtgärder som minskar främst jordburet inokulum.

Under 2018 godkände kemikalieinspektionen utökad produktanvändning av Amistar (azoxystrobin) vid utsädesodling av potatis i Sverige (Kemikalieinspektionen, 2018). Nu får besprutning ske före eller i samband med sättnig i fåran. Det får ske max en gång per säsong (2 liter/ha, 500 g/ha verksamt ämne) och om besprutning av fåran sker får produkten inte användas på samma fält de efterkommande två åren.

3.11 Andra värdväxter och växtföljd

I USA studerades kolonisering av *C. coccodes* på växtföljdsgrödor och ogräs av Nitzan *et al* (2006). I nio av 14 inokulerade växter kunde svampen isoleras. De nio växterna skrivna i ordning utifrån högst kolonisering var *Solanum ptycanthum* (eng. eastern black nightshade), lindmalva (*Abutilon theophrasti*), *Guillenia flavescens* (eng. yellow mustard), vårraps (*Brassica napus*), sojaböna (*Glycine max*), kinesisk kavelhirs (*Setaria faberi*), alfalfa (*Medicago sativa*), havre (*Avena sativa*) och timotej (*Phleum pratense*). De fem växter som det inte gick att isolera *C. coccodes* hos var vete (*Triticum aestivum*), korn (*Hordeum vulgare*), råg (*Secale cereale*), majs (*Zea mays*) samt hundäxing (*Dactylis glomerata*). Kontrollen (potatis) gav 100% infektion. De här resultaten konfirmerar tidigare studier som visar att *Solanum ptycanthum* troligen är en källa för primärt inokulum av *C. coccodes* (Eberlein *et al.*, 1991) samt att korn och vete inte koloniserar i någon större utsträckning av *C. coccodes* (Celetti *et al.*, 1990). I South Australia (SA) detekterades svartpricksjuka på några ogräsväxter som är vanligt förekommande i Sverige (Wicks, 2005). Det rörde sig om nattskatta (*Solanum nigrum*), svinmålla (*Chenopodium album*), lomme (*Capsella bursa-pastoris*) och trampört (*Polygonum aviculare*). Det är växter som jordbruksverket också rekommenderar att bekämpa (Aldén *et al.*, 2017). Bekämpningsrekommendationen gäller hela växtföljden. Ökad kunskap om vilka växter som är alternativa värdväxter är ett viktigt verktyg för att minimera riskerna för svartpricksjuka. Resultaten från studierna indikerar att grödor som vete, korn, råg och majs troligen kan rekommenderas som växtföljdsgrödor. Hänsynstagande mot vilka grödor som används är troligen viktigare om halterna av *C. coccodes* är höga i jorden.

Johnson & Cummings (2015) studerade växtföljdens påverkan på svartpricksjuka i kommersiella potatisfält av sorten Russet Norkotah. Förekomsten av *C. coccodes* minskade när antalet år mellan potatisodling ökade. De fälten med högst förekomst av svartpricksjuka observerades från odlingar med 1–3 års växtföljd (73, 74 och

98%). Medelförekomsten för fält med 1–4 års växtföljd var 56%. Vid sju år observerades en förekomst på 13% medan åtta år hade 5 och 26% förekomst. Fyra observationer gjordes på fält med 15 års växtföljd, med förekomsten 0, 0, 8 och 9%. Medelförekomsten för en växtföljd på mer än 5 år var 12%. Resultaten indikerar därmed att minst fem års växtföljd behövs för att se märkbara reduktioner av sjukdomen orsakad av jordburet inokulum. Mer symptom och lägre skördar vid kortare växtföljd visades också i Dung *et al* (2012) studie.

3.12 Resistenta sorter

Brierley *et al* (2015) utförde fältförsök på tio engelska samt nio skotska platser för att utvärdera hur interaktionen mellan sortens resistens och mängden jordburet inokulum (*C. coccodes*) påverkar förekomst av svartpricksjuka. Sorterna som användes är graderade av Agriculture and Horticulture Development Board i Storbritannien med en 0–9 skala där ökande nummer innebär högre resistens (AHDB Potatoes b, 2018). Den givna resistensgraderingen ges nedan inom parentes efter sortens namn. Fältförsöken visade att mängden svartpricksjuka motsvarade resistensgraderingen för Pentland Squire (3), Maris Piper (4), Sante (5) och Saxon (7), men inte för King Edward (6) som var mer mottaglig och Lady Christl (2) som var mindre mottaglig än vad graderingen från AHDB föreslår. Resultaten indikerar att en reduktion av risken för svartpricksjuka kan ske om resistenta sorter används vid högre halter av *C. coccodes* i jorden. Brierley *et al* (2015) menar att användning av resistenta sorter troligen är det bästa sättet att minska risken för angrepp av svartpricksjuka. Det kan dessutom vid behov användas med andra förebyggande åtgärder. Problemet är att svartpricksjuka inte varit särskilt högt prioriterat vid växtförädling och många sorter har inte utvärderats när det gäller resistens.

Tsror (2004) testade fotoperiodens påverkan på svartpricksjukans omfattning hos fyra olika sorter (Agrida, Désirée, Cara och Nicola). Resultaten indikerade att korta dagar (8 timmar ljus per dygn) ökade svampens koloniseringshastighet, nivån av sklerotier på rötterna samt symptom från röta vid basen hos samtliga sorter mer än vad långa dagar (16 timmar ljus per dygn) gjorde. Att ljuset spelar en stor roll i sjukdomens utveckling kan enligt författarna vara en viktig faktor vid växtförädlingsprogram eftersom ljusets varaktighet verkar spela en viktig roll vid infektion.

Resistensen som finns idag verkar främst påverka knölar och inte stjälkar, stoloner och rötter (Brierley *et al.*, 2015). Det, i kombination med att sklerotier från *C. coccodes* överlever längre än vanligt förekommande växtföljdsperioder, innebär att jordburet inokulum troligen kommer fortsätta öka oavsett om resistenta sorter odlas eller inte. Det innebär potentiellt mer användning av azoxystrobin.

3.13 Andra bekämpningsmetoder

I Sydafrika fält-testade Denner *et al* (2000) solarisering av jorden samt plöjning på ett djup av 30 samt 60 cm för att utvärdera påverkan på *C. coccodes*. Solariseringen utfördes genom att lägga polyeten ovanpå jorden, vilket höjer temperaturen i jorden och på så sätt kan sjukdomen bekämpas (Elmore *et al*, 1997). Sjukdomsförekomsten sjönk med 45% när polyetentäcket (140 µm tjockt) täckte jorden under åtta veckor och en temperatur på 56 °C uppnåddes i översta 5 cm av jordlagret. I ett annat försök täckte polyetentäcket (30 µm tjockt) jorden sex veckor och högsta temperaturen som då uppnåddes var 50 °C, vilket enbart gav en sänkning av sjukdomsförekomsten med 25%. 30 cm plöjning gav 34% mindre svartpricksjuka, vilket var mer effektivt än plöjning på ett djup av 60 cm. Denner *et al* (2000) menar däremot att kostnaden för att täcka hela potatisodlingar med polyeten för att minska svartpricksjuka inte är kostnadseffektivt, så vida det inte finns fler positiva effekter från metoden.

Dashwood *et al* (1991) testade behandling av svampsjukdomar på potatisknölar med hjälp av varmvatten (55°C) under 5 minuter. Resultatet för *C. coccodes* gick dock inte att avgöra, främst då svårigheter att skilja döda och levande mikrosklerotier åt utan att göra ytterligare kultiveringstest som inte studien inkluderade.

Wicks (2005) testade tre korsblommiga (*Brassicaceae*) växtarter (*Brassica juncea*, *Brassica napus* och *Raphanus sativus*) för deras svampdödande egenskaper mot *C. coccodes*. Fröna såddes och plantorna grävdes upp när 10% blomning skett. Stjälk-, rot- och bladvävnad separerades och frys-torkades. Materialet hydrerades sedan och placerades på petriskålar som innehöll *C. coccodes* och inkuberades vid 22°C i 11 dagar. Samtliga arter uppvisade inhibitoriska effekter mot svamptillväxt, med varierade effekt från de olika plantdelarna. Det är de bioaktiva hydrolyserade produkterna från glukosinolater, framför allt isotiocyanater, som kan användas vid bekämpning av jordsjukdomar - en praxis som kallas biofumigering (Gimsing & Kirkegaard, 2009).

Taylor *et al* (2014) visade att *C. coccodes* möjligen kan bekämpas genom användning av höga koncentrationer av isotiocyanaten fenyletyl. Effekterna som sågs var däremot fungistatiska (inhiberar tillväxt, men dödar inte svampen). Det ultimata vid biofumigering är egentligen om svampen dör, men en fördröjning av tillväxt skulle kunna vara till fördel, beroende på hur lång fördröjningsperioden är.

4. Resultat intervjustudie

En sammanfattning av svaren på fyra olika frågor för varje intervjuad person har gjorts.

4.1 Intervju Lisa Andrae, rådgivare och verksamhetsledare på Potatisodlarna.

1. Hur pass vanligt förekommande är svartpricksjuka på potatis i Sverige?

Med tanke på att litteratur och forskning om svartpricksjukan i Sverige knappt existerar så baseras den kunskap som finns utifrån erfarenhet och forskning från andra länder. Det finns inte någon statistik på hur vanligt förekommande den är i Sverige. Att svartpricksjukans påverkan på svensk potatisodling har varit svår att avgöra kan bero på flera olika faktorer. Några tänkbara faktorer är att den är svår att skilja på från silverskorv och de förekommer ofta tillsammans samtidigt som sjukdomen är svår att se med blotta ögat. Packerier skiljer inte heller på olika skalsjukdomar vid sortering och klassificering av potatis. I Sverige är det svårt att få loss forskningspengar för att kunna utföra studier om hur smittotrycket ser ut och eventuella åtgärder som kan göras för att reducera påverkan från sjukdomen.

2. Utgör den några ekonomiska problem för svenska odlare?

Den är med stor sannolikhet av ekonomisk betydelse för den svenska potatisodlingen.

3. Används några åtgärder för att förebygga svartpricksjuka?

Det arbete som görs idag för att reducera sjukdomens påverkan är främst förebyggande. Det skulle behövas fler studier och mer forskning i Sverige inom området för att ge odlarna bättre chanser att klara av de höga krav som ställs på att få fram fina potatisar. De höjda kraven har gett skalmisfärgning större ekonomiska påföljder än tidigare. Att uppnå klass 1 är viktigt för potatisodlarna, eftersom den ekonomiska ersättningen försämras om man inte uppnår klass 1.

4. Används det några kemiska bekämpningsmedel (förutom betningsmedel) för att minska angrepp?

Svenska odlare är inte intresserade av att använda mer kemikalier för att kunna uppnå den höga kvalitet som krävs.

4.2 Intervju Åsa Rölin, potatiskonsult.

1. Hur pass vanligt förekommande är svartpricksjuka på potatis i Sverige?

Det är inte ovanligt att man i svensk potatisodling hittar svartprickssjuka på potatisar när man börjar titta närmare på dem. Med användning av stereolupp kan man titt som tätt se mikrosklerotier, även från potatis uppe i Dalarna. I Sverige pratas det kanske inte så ofta om specifikt svartpricksjuka, utan snarare om skalmissfärgningar. Möjligen är så fallet eftersom man inte skiljer på silverskorv och svartpricksjukan vid sortering. Hur vanligt förekommande svartpricksjuka är i Sverige är inte heller känt, men den utgör ett problem.

2. Utgör den några ekonomiska problem för svenska odlare?

Det började troligen bli ett problem i takt med att potatisar började tvättas i större utsträckning. Tidigare, när potatisen såldes lite jordig i lösvikt, var förmodligen svartpricksjuka ingen sjukdom som orsakade köpmotstånd. Det finns förståelse för att finare potatis säljer bättre i butiken, men med ökade miljöproblem och stora mängder svinn, är det synd att stora mängder potatis sorteras bort, samtidigt som produktionskostnaderna ibland är högre än vad som betalas för varan. Det har inneburit att en del bönder känner sig ganska uppgivna.

3. Används några åtgärder för att förebygga svartpricksjuka?

Idag används kanske framför allt generella förebyggande åtgärder för att minimera eller undvika svartpricksjuka. Växtföljd är något som nästan alltid tillämpas. En växtföljd med upp till sju år är något som börjat diskuteras i större utsträckning. Det skulle troligen ge bättre möjligheter att få mindre angrepp av svartpricksjuka, som visats sig kunna överleva i jorden en längre tid. En annan förebyggande åtgärd som är väldigt vanlig är betning med Maxim 100 FS, som förutom effekt mot svartpricksjuka även påverkar rhizoctonia och silverskorv. Det har en effekt om svartpricksjuka finns på utsädet, men eftersom angrepp troligen påverkas främst av infektion från jorden då det väl finns smitta i ett fält, så är kanske effekten relativt liten. I kombination med växtföljd, samt i viss mån sortval, kan angrepp säkert minskas en del med betning.

Idag har investering i nya ventilationssystem och bättre kylanläggningar också gett bättre förutsättningar för att minska omfattningen av vidareutveckling av symptom i lager.

Jordprov är troligen en annan bra metod för att få mer kunskap om förekomst av sjukdomen. Om jordprov används i Sverige är osäkert, men det är något som rådgivare gärna hade använt sig mer av. Det hade varit bra om det gjorts lite fler försök för att testa hur bra det skulle funka i Sverige, men forskningspengar är inte lätt att få loss. Användning av jordprov skulle underlätta förståelsen av växtföljd samt vilka fält som borde användas i första hand. Att veta mängden smitta i jorden, innebär att man eventuellt skulle kunna sortera och sälja den potatis först som riskerar att utveckla symptom vid lagring.

Svartpricksjuka gynnas av fukt och värme. Det är viktigt med lagom fukt och inte för mycket. En grop i sättfåran är en metod som vissa odlare börjat med. Meningen med gropan är att vatten inte lika lätt ska rinna iväg och ansamlas vid särskilda delar av fältet. Det är möjligt att det är en metod som skulle kunna hjälpa till i minskning av svartpricksjukan. Att få jämn vattentillgång är troligen viktigt för att ge plantor bra förutsättningar i kampen mot sjukdomar.

Det är väldigt viktigt att få knölarna torra vid inlagring. En jämn temperatur och undvika kondensbildning vid lagringen är andra viktiga faktorer för att minimera omfattningen av både svartpricksjuka och silverskorv.

4. Används det några kemiska bekämpningsmedel (förutom betningsmedel) för att minska angrepp?

Amistar används idag bara på blasten i Sverige, och har därför ingen betydelse för jordsmitta. Användning i sättfåran är sedan 13 februari 2018 tillåtet vid odling av sättpotatis enligt en UPMA registrering. Ansökan om att få den registrerad för all potatis är inlämnad av Syngenta. Amistar i sättfåran används i flera länder i Europa. Mer användning av kemiska bekämpningsmedel är något som de flesta rådgivare och potatisodlare i Sverige inte är intresserade av. Det skulle kännas mer som ett steg bakåt i utvecklingen. Istället vore det intressant med utveckling av biologiska bekämpningsmedel. Någon behandling med kemiska bekämpningsmedel efter skörd känns inte heller som ett bra alternativ. Det är bättre med en ökad acceptans för lite bruna fläckar än ännu mer bekämpningsmedel. De striktare regler som gäller i Sverige känns som rätt väg att gå. Kanske måste en förändring av marknadsföring för svensk potatis ske.

Ekologisk odlad potatis har ökat i Sverige. Kraven på fina potatisar har även här blivit högre. Om potatis som är ekologiskt odlad påverkas mer av svartpricksjuka är svårt att säga, men det som skiljer sig i dagsläget är att betningsmedel inte används. Om vissningssymptom visar uppstå i Sverige från svartpricksjukan, kan ekologisk produktion drabbas hårdare än konventionell, som då fortfarande har tillgång till Amistar.

Förutom de symptom på skalen som orsakar problem vid sortering av potatisen, så är det möjligt att svartpricksjukan påverkar för tidig vissning av potatisplantan i större utsträckning än vad vi kanske tror. Dessutom skrupnar potatisen lättare då skalet är angripet.

4.3 Intervju Anders Andersson, odlare och ordförande för Potatisodlarna.

1. Hur pass vanligt förekommande är svartpricksjuka på potatis i Sverige?

Osäkerhet råder kring hur vanlig just svartpricksjuka är, dess förekomst är väldigt diffus.

2. Utgör den några ekonomiska problem för svenska odlare?

Bedömning av skalfinish (där svartpricksjuka och silverskorv ingår) är av ekonomisk betydelse i Sverige. Skalfinish har blivit en het debatt. Det är för stort fokus på hur bra utseende och skalfinish ska vara, samtidigt som smak hamnat lite i skymundan. Hur vi förbättrar möjligheterna att minska påverkan från skalsjukdomar är något vi är dåliga på i Sverige eftersom resurserna är knappa. Tvättning av potatis triggas skalsvampar, en process som sedan sätts igång när de skickas till butiker där ofta mindre bra lagringsklimat råder. Ett problem som är större hos rödskaliga potatissorter.

3. Används några åtgärder för att förebygga svartpricksjuka?

Kunskapen om svartpricksjuka i Sverige är dessvärre mycket liten. Huruvida användning av jordprov är ett alternativ som förebyggande åtgärd är osäkert. Det är svårt att testa tillräckliga mängder jord för att ge ett säkert svar. I dagsläget används främst växtföljd som förebyggande åtgärd.

4. Används det några kemiska bekämpningsmedel (förutom betningsmedel) för att minska angrepp?

Användning av mer kemisk besprutning är ingen väg framåt och något som inte stöds (dessutom har Amistar redan hög resistensrisk).

5. Diskussion

5.1 Förekomst av svartpricksjuka

Colletotrichum coccodes är väl utspridd och studier konfirmerar dess förekomst i Australien (Wicks, 2005), Frankrike (Andrivon *et al.*, 1997), Indien (Thirumalachar, 1967), Israel (Tsrer *et al.*, 1999), Malta (Porta-Puglia & Mifsud, 2005), Norge (Nærstad *et al.*, 2012), Kanada (Johnson *et al.*, 1997), Ryssland (Belov *et al.*, 2017), Storbritannien (Lees *et al.*, 2010; Hide & Boorer, 1991), Sydafrika (Denner *et al.*, 1998) och USA (Johnson & Miliczky, 1993a). Patogenen förekommer även i Sverige (Alström & Andersson, 2011; Brorsson, 2011; Bång, 2005) och samtliga tre personer som intervjuades i denna studie bekräftade även att så är fallet. Hur vanligt förekommande svartpricksjuka är i Sverige finns det ingen större studie gjort på. Svensk Potatis, som sorterar och klassificerar svensk potatis (enligt SMAK-certifiering), skiljer inte på olika skalsjukdomar. Några svenska kvantifieringsstudier har inte gjorts, vilket innebär att det är väldigt svårt att avgöra i vilken utsträckning svartpricksjukan har en ekonomisk påverkan i Sverige. I en intervju med Åsa Rölin berättades att det inte är ovanligt att svartpricksjukan kan ses på svenska potatisar om man tittar närmare på dem. I Sverige talas det sällan om svartpricksjuka. Det talas istället om skalmissfärgningar där både svartpricksjuka och silverskorv ingår (Intervju Lisa Andrae, Åsa Rölin, Anders Andersson). Det är möjligt att detta är en av orsakerna till att dess förekomst i Sverige är svår att bedöma. I takt med ökande krav på utseendet av potatis från konsumenter och handel så bör rimligen en ekonomisk påverkan finnas.

5.2 Konsekvenser av svartpricksjuka

Symptom på svartpricksjuka kan variera mycket. Svartpricksjukans påverkan på skörden är inkonsekvent, där vissa studier har noterat skördereduceringar (Nitzan *et al.*, 2008; Tsrer *et al.*, 1999; Johnson, 1994; Barkdoll & Davis, 1992; Mohan *et al.*, 1992) medan andra studier inte sett någon väsentlig skördereducering (Pasche *et al.*, 2010; Read & Hide, 1995; Scholte *et al.*, 1985). Sandblästring av plantor som sedan inockulerades med *C. coccodes* reducerade signifikant antalet knölar som klassades som den högsta kvalitetsklassen i USA (Johnson, 1994). I Sverige är odlarna beroende av att nå högsta kvalitetsklassen, SMAK Klass 1, för att få ut en tillräckligt bra ekonomisk ersättning (Intervju Lisa Andrae). Hur stor påverkan svartpricksjukan

har i Sverige är svårt att avgöra. Dess förekomst påverkar skalfinishen hos svenska odlare (Intervju Anders Andersson, Åsa Rölin), men i vilken utsträckning är oklart. Om direkta skördereduceringar orsakade av *C. coccodes* sker i Sverige är högst oklart eftersom det aldrig studerats.

5.3 Lagringsförhållanden

Vanligtvis består lagringsperioden av tre faser; sår-läkning, nedkyllning samt viloperiod (Ascard, 2003). Peters *et al* (2016) visade att kortare sår-läkning hos sorten Maris Piper gav lägre angrepp av svartpricksjuka, om skörd skedde senare än 135 dagar efter 50% uppkomst av grödan. Var säsongen däremot kortare kunde ingen signifikant skillnad ses. Peters *et al* (2016) såg även att sjukdomsutveckling inte skiljde sig mellan lagring i 2,5 °C eller 3,5 °C, vilket betyder att svampen troligtvis inte är aktiv runt de temperaturerna. Glais-Varlet *et al* (2004) såg utveckling av symptom hos artificiellt infekterade knölar vid lagring i 5 °C, men utveckling skedde långsammare än vid högre temperaturer. Hide & Boore (1991) visade att torkning av knölarna under två veckor minskade svartpricksjuka efter 20–26 veckor i 5°C lagring. En minskning av sår-läkningsperioden riskerar att ge en ökning av nya infektioner eftersom skalet möjligen inte hinner mogna fullt ut, vilket också kan leda till mer förlorat vatten från knölen (Kronhed *et al.*, 2011). Samtidigt ger snabb sänkning av temperaturen minskad risk för spridning av svartpricksjuka och rekommenderas av flera författare (Aldén *et al.*, 2017; Nilsson *et al.*, 2012; Cunnington, 2008). Odlare tillsammans med rådgivare behöver troligen göra en avvägning om det är värt att korta ned sår-läkningsperioden med hänsyn till vilka problem som tros utgöra de största riskerna i sin egna odling.

Wood *et al* (2013) visade att flyktiga ämnen kan vara ett verktyg för framtiden vid bekämpning av skalsjukdomar i lagring. Ett flyktigt ämne som visade sig ha inhiberande effekter var 2E-hexanal (förekommer naturligt i bananer). Om flyktiga organiska ämnen som är vanligt förekommande i växter visar sig i större, mer omfattande studier, ha tillräckligt tydliga effekter, verkar det inte osannolikt att det skulle kunna bli en använd metod. Miller *et al* (2011) visade att efterskördbehandling (före lagring) med azoxystrobin signifikant minskade förekomsten av silverskorv. Kemisk efterbehandling är inget som varken är tillåtet eller som skulle välkomnas i Sverige (se intervju Lisa Andrae, Åsa Rölin, Anders Andersson). Möjligen skulle det

då istället vara ett alternativ med de flyktiga organiska ämnena för att ersätta de kemiska syntetiska bekämpningsmedlen i sådana situationer.

Hamm & Johnsson (2012) såg inga symptom av svartpricksjuka vid inlagring, utan det uppstod de efterföljande veckorna. De infekterade ytorna verkade inte heller öka i storlek när symptomen väl uppstått, vilket tyder på att infektionen är latent och sker redan innan lagring. Att *C. coccodes* är latent försvårar arbetet med att förebygga sjukdomen och är troligvis en viktig faktor till att sjukdomen underskattats. Det skulle även kunna vara en anledning till att svartpricksjuka är svår att skilja på från silverskorv. Svartpricksjuka angriper förvisso samtliga delar på potatisplantan, medan silverskorv enbart angriper peridermet på knölen (Olsson *et al.*, 2008), men detta är inte nödvändigtvis en fördel eftersom symptom på knölen sällan kan ses före inlagring.

5.4 Växtföljd

Spridningen av sjukdomen till nya fält kan främst härledas till infekterat utsäde (Pavlista *et al.*, 1992). Även luftburen infektion kan ha påverka initiering och utveckling av svartpricksjukan (Belov *et al.*, 2017). Den tillåtna summan av olika kvalitetsfel hos certifikatutsäde är 8% (Jordbruksverket, 2017b). Det finns däremot inga specifika krav på kvalitetsfel orsakade av svartpricksjuka hos certifierad utsädespotatis. När patogenen redan etablerat sig i jorden har jordburet inokulum däremot en betydligt större påverkan på förekomsten av *C. coccodes* (Aldén *et al.*, 2017; Lees *et al.*, 2010; Denner *et al.*, 1998). Möjligen kan sortval ha en viss påverkan. Nitzan *et al* (2008) såg signifikant påverkan från jordburet inokulum på sorten Norkotah Russet, medan ingen skillnad noterades mellan de olika inokulumtyperna för sorten Russet Burbank. Agriculture and Horticulture Development Board Potatoes i Storbritannien listar resistensegenskaper hos olika sorter (AHDB Potatoes b, 2018). Graderingen är 0–9 där 0 innebär ingen resistens och 9 hög resistens. Några sorter som förekommer i Sverige är listade gällande dess uppvisade resistensegenskap mot svartpricksjuka så som Annabell (9), King Edward (6), Melody (5) och Asterix (4). Brierley *et al* (2015) utvärderade resistensegenskaper hos olika sorter på engelska och skotska odlingsplatser. Flertalet av sorterna stämde överens med graderingen som ADHB gjort, men King Edward hade enligt fältförsöket lägre resistens än vad graderingen föreslog.

Några grödor som är vanligt förekommande i Sverige så som våraps och havre visade sig att kunna infekteras efter inokulering av *Colletotrichum coccodes* medan vete, korn, råg och majs inte uppvisade någon infektion (Nitzan *et al.*, 2006). Svampen har i studier visat sig kunna överleva, genom mikrosklerotier, upp emot 15 år i jorden efter det att potatis senast odlats på platsen (Johnson & Cummings, 2015; Cullen *et al.*, 2002; Dillard & Cobb, 1998; Blakeman & Hornby, 1966). Möjliga faktorer som påverkar hur länge svampen överlever i jorden är hur ofta potatis odlas på samma plats, vilka andra grödor som odlas i växtföljden samt om ogräs som kan koloniserar bekämpas under växtföljdens gång. Johnson & Cummings (2015) observerade en medelförekomst av svartpricksjuka på 56% på fält med 1–4 års växtföljd, medan medelförekomsten på fält med växtföljd på 5–15 år var 12%. I studien observerades sjukdomen även på fält där det inte odlats potatis på 15 år, men med låg förekomst. Längre växtföljd är att föredra, gärna upp emot 7 år. Växtföljden bör ta hänsyn till vilka grödor som odlas samt att hålla borta ogräsarter som visat sig kunna hålla patogenen levande, såsom nattskatta, svinmålla, lomme och trampört (Aldén *et al.*, 2017; Wicks, 2005). När det gäller kolonisering av olika värdväxter, har relativt få växter studerats. Det skulle därför ge bättre förutsättningar att undvika uppförökning av patogenen om fler växter studerades för att bekämpa ogräs och undvika potentiella värdväxter i växtföljden.

5.5 Kemisk bekämpning

Flertalet studier har genomförts för att testa effekten från azoxystrobin på *C. coccodes* (Brierley *et al.*, 2015; Ingram *et al.*, 2011; Cummings & Johnson, 2008; Nitzan *et al.*, 2005). I Sverige godkändes, 2018, applicering av azoxystrobin (Amistar) före sättning av potatis för utsädesodling (Kemikalieinspektionen, 2018). Samtliga intervjuade personer verkade skeptiska till att utöka användningen av kemisk bekämpning. Om kemisk bekämpning i sättfåran kommer att minska förekomsten av *C. coccodes* är oklart. Brierley *et al* (2015) visade att azoxystrobin-behandling i sättfåran signifikant reducerade förekomsten av svartpricksjuka medan Cummings & Johnson (2008) inte såg någon signifikant effekt från applicering i fåran vid sättning. Nitzan *et al* (2005) reducerade förekomsten av svartpricksjuka genom användning av azoxystrobin, men i studien applicerades azoxystrobin inte bara i fåran vid sättning utan vid ytterligare tre senare tillfällen på bladen. Flera appliceringar under en säsong är inget alternativ i Sverige, där det utvidgade

godkännandet innebär att max 1 behandling får utföras, dessutom får ingen besprutning av azoxystrobin ske på samma fält de efterkommande två åren (Kemikalieinspektionen, 2018).

5.6 Övriga metoder för bekämpning eller förebyggande av svartpricksjuka

Flertalet andra metoder har testats i enskilda studier. Jordsolarisering innebär att man täcker jorden (som ska vara fuktig) med polyetentäcken (Elmore *et al.*, 1997). Meningen är att bekämpa jordburna sjukdomar genom att höja temperaturen. Denner *et al* (2000) testade metoden och det sänkte sjukdomsförekomsten av svartpricksjuka med 25–45%. Denner *et al* (2000) anser däremot att det inte är ett ekonomiskt hållbart alternativ. Med det klimat som råder i Sverige är metoden förmodligen inte heller aktuell. Dashwood *et al* (1991) testade varmvattenbehandling av knölar mot olika sjukdomar. Påverkan på just *C. coccodes* gick inte att avgöra eftersom studien inte inkluderade inkuberingstest för att se om mikrosklerotierna var fortsatt livsdugliga, därför skulle fler studier behöva göras för att studera effekten från varmvattenbehandling. Dessutom skulle påverkan på knölens lagringsförmåga även behöva studeras eftersom knölen legat 5 minuter i 55°C, vilket rimligen bör påverka fysiologiska processer i knölen.

Regleringen av kemiska bekämpningsmedel har blivit allt striktare och det ger ökad möjlighet att testa andra metoder som har mindre påverkan på miljön. Ett exempel på en alternativ metod är biofumigering, som innebär att bioaktiva hydrolyseringsprodukter från glukosinolater (förekommer naturligt i Brassica-arter) kan användas mot jordburna sjukdomar (Gimsing & Kirkegaard, 2009). Wicks (2005) testade biofumigering mot *C. coccodes* med hjälp av tre olika Brassica-arter och såg en inhibitorisk effekt på tillväxten av svampen. Försök med biofumigering mot *C. coccodes* i fält har däremot inte gjorts. Om fältförsök kan uppvisa inhibitoriska effekter på tillväxten är det något som troligen hade kunnat bli en använd metod i förebyggande syfte, framför allt om flera olika jordburna sjukdomar kan reduceras samtidigt.

Denner *et al* (2000) testade hur *C. coccodes* och dess angrepp påverkades av plöjning på olika djup (30 och 60 cm). När plöjningsdjupet är större begravs växtmaterialet längre ned och hamnar fysiskt längre ifrån nästkommande gröda som ska odlas. Det innebär att svampen får svårare att sprida sig mellan det djupt

belägna gamla växtmaterialet och den nya grödan som odlas. Därför förväntades en lägre förekomst av svartpricksjuka i den djupare plöjningen. Sjukdomsförekomsten visade däremot en tydligare minskning vid det ytligare plöjningsdjupet, som sänkte förekomsten av svartpricksjuka med 30% jämfört med kontrollen, medan den djupare plöjningen enbart gav en sänkning av förekomsten med ungefär 15%. Dillard & Cobb (1998) visade att efter 8 år var 0% av sklerotierna som placerades på ytan av marken livskraftiga, medan en majoritet av de som placerades 10–20 cm ned fortfarande var livskraftiga. Möjligen skulle plöjning kunna ta upp mycket av sklerotierna närmare ytan så de snabbare tappar livsduglighet genom att utsättas för både abiotiska och biotiska faktorer, men givetvis finns risken också att de blandas med växtmaterial en bit ner i jorden som istället ger dem möjlighet till längre överlevnad. Eftersom enbart en studie har kollat på plöjningens påverkan på svartpricksjuka, är det svårt att bedöma hur pass bra metoden är för att reducera förekomsten av sjukdomen. Resultatet från studien indikerar däremot att plöjning är bra för att minska förekomsten av svartpricksjuka. Plöjning används redan idag i stor utsträckning. Därmed är det möjligt att många omedvetet redan reducerat förekomsten av svartpricksjuka. Samtidigt ska det påpekas att minskad plöjning i odling är något som verkar rekommenderas som allmän odlingspraxis i allt större utsträckning eftersom det anses ge ett mer hållbart jordbruk (Jordbruksverket, 2017a). Minskad plöjning i odling ger minskad jorderosion, bättre jordstruktur, högre mullhalt och minskar energiåtgången, men det är inte problemfritt eftersom ogräs blir svårare att bekämpa samt att det finns mer växtmaterial för svampar så som *C. coccodes* att överleva på (Jordbruksverket, 2017a; MDA, 2017). Växtförädling för att ta fram motståndskraftiga sorter mot skadesvampar blir en viktig faktor om minskad plöjning i odling ska kunna vara ett konkurrenskraftigt alternativ för odlare (Jordbruksverket, 2017a).

Dagens moderna tekniker av real-time PCR har möjliggjort att halten *C. coccodes* kan avgöras både noggrant och snabbt (Cullen *et al.*, 2002). Förutom att ge möjligheten att avgöra infektionsrisken från svampen i olika jordar, har tekniken även möjliggjort bättre och säkrare resultat i studier som utförts om *C. coccodes*. Tidigare var det främst visuell bedömning som användes vilket kan ha gett felaktiga resultat eftersom infektion kan vara både latent och svår att se (Wicks, 2005; Thirumalachar, 1967) samt att den lätt kan förväxlas med silverskorv (Nærstad *et al.*, 2012; Bång, 2001; Errampalli *et al.*, 2001). Det är oklart om jordprov används idag (intervju Åsa

Rölin), men om tekniken kunde användas i större utsträckning skulle det förmodligen förbättra chanserna att reducera förekomsten av svartpricksjuka genom att undvika kraftigt smittade fält. Det skulle också ge möjligheten att vara extra försiktig och bara använda friskt utsäde på jordar som är sjukdomsfria.

6. Slutsats

Svartpricksjuka är vanligt förekommande i många länder och utgör förmodligen ett problem av ekonomisk betydelse även för svenska odlare. Upptagning av potatis bör helst ske kort efter blastdödning för att reducera skada orsakad av svartpricksjuka. Efter upptagning, torka och kyl ner potatisen snabbt vid inlagring. En kortare sårläkningsperiod än vad som normalt rekommenderas är troligen att föredra om problem från svartpricksjuka är vanligt förekommande. En växtföljd på minst fem år, gärna sju om möjligt, är att föredra. Det är viktigt att undvika grödor i växtföljden som kan koloniserars av *C. coccodes*, samt att göra sig av med ogräs som kan agera värdväxt. En annan möjlig förebyggande åtgärd, är att utöka användningen av jordprov för att bedöma risken för svartpricksjuka. Kemisk bekämpning i form av azoxystrobin har uppvisad effekt på ovanjordiska delar av växten, men störst problem anses infektion av knölar utgöra. Om azoxystrobin har en tillräckligt bra effekt vid sättning av utsädesknölar är oklart. Fler studier skulle behövas för att bättre klargöra effekten av besprutning i sättfåran, framför allt med tanke på att många potatisodlare i Storbritannien anammat metoden samt att den nu fått godkännande i Sverige. Det finns fortfarande mycket som är oklart om svampsjukdomens påverkan på potatisplantans olika delar samt hur olika bekämpningsmetoder och förebyggande arbete påverkar förekomsten av patogenen (*C. coccodes*) och sjukdomen (svartpricksjuka).

Referenser

- AHDB Potatoes a *Black dot*. Tillgänglig: <https://potatoes.ahdb.org.uk/media-gallery/detail/13214/2584> [2018-02-09].
- AHDB Potatoes b *Potato Variety Database*. Tillgänglig: http://varieties.ahdb.org.uk/varieties/advanced_search [2018-02-23].
- Alananbeh, K.M. & Gudmestad, N.C. (2016). Genetic diversity of *Colletotrichum coccodes* in the United States using amplified fragment length polymorphism analysis. *Journal of General Plant Pathology*, 82(4), ss. 199-211.
- Aldén, L., Andersson, G., Arvidsson, A., Berg, G., Dinwiddie, R., Djurberg, A., Gerdtsson, A., Gustafsson, G., Holmblad, J., Johansson, C., Johansson, L., Lindgren, A., Mellqvist, E. & Norrlund, L. (2017). *Bekämpningsrekommendationer: Svampar och insekter 2017*. Jönköping: Jordbruksverket. Tillgänglig: <http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/be17.html>.
- Alström, S. & Andersson, B. (2011). *Biologisk kontroll av jordburna sjukdomar i potatis*. Uppsala: SLU, Inst för mykologi och växtpatologi, Uppsala.
- Andrивon, D., Lucas, J., -M., Guérin, C. & Jouan, B. (1998). Colonization of roots, stolons, tubers and stems of various potato (*Solanum tuberosum*) cultivars by the black-dot fungus *Colletotrichum coccodes*. *Plant Pathology*, 47(4), ss. 440-445.
- Andrивon, D., Ramage, K., Guerin, C., Lucas, J.M. & Jouan, B. (1997). Distribution and fungicide sensitivity of *Colletotrichum coccodes* in French potato-producing areas. *Plant Pathology*, 46(5), ss. 722-728.
- Ascard, K. (2003). *Lager för kvalitetsprodukter*. Jönköping: Jordbruksverket. Tillgänglig: http://www2.jordbruksverket.se/webdav/files/SJV/trycksaker/Pdf_ovrigt/p7_2.pdf.
- Aurore, G., Ginies, C., Ganou-parfait, B., Renard, C.M.G.C. & Fährasmane, L. (2011). Comparative study of free and glycoconjugated volatile compounds of three banana cultivars from French West Indies: Cavendish, Frayssinette and Plantain. *Food Chemistry*, 129(1), ss. 28-34.
- Barkdoll, A.W. & Davis, J.R. (1992). Distribution of *Colletotrichum coccodes* in Idaho and variation in pathogenicity on potato. *Plant Disease*, 76, ss. 131-135.
- Belov, G.L., Belosokhov, A.F., Kutuzova, I.A., Statsyuk, N.V., Chudinova, E.M., Alexandrova, A.V., Kokaeva, L.Y. & Elansky, S.N. (2017). *Colletotrichum coccodes* in potato and tomato leaves in Russia. *Journal of Plant Diseases and Protection*.
- Ben-Daniel, B., Bar-Zvi, D., Johnson, D., Harding, R., Hazanovsky, M. & Tsrор Lahkim, L. (2010). Vegetative compatibility groups in *Colletotrichum coccodes* subpopulations from Australia and genetic links with subpopulations from Europe/Israel and North America. *Phytopathology*, 100(3), ss. 271-8.
- Blakeman, J.P. & Hornby, D. (1966). The persistence of *Colletotrichum coccodes* and *Mycosphaerella ligulicola* in soil, with special reference to sclerotia and conidia. *Transactions of the British Mycological Society*, 49(2), ss. 227,IN7-240,IN7.
- Brierley, J.L., Hilton, A.J., Wale, S.J., Peters, J.C., Gladders, P., Bradshaw, N.J., Ritchie, F., MacKenzie, K. & Lees, A.K. (2015). Factors affecting the development and control of black dot on potato tubers. *Plant Pathology*, 64(1), ss. 167-177.
- Brorsson, S. (2011). *Skalsjukdomar och knäpparlarver i potatis : I. blastdödningsperiodens och -metodens inflytande på förekomsten av skalsjukdomar : II. drycore-symptom; samband mellan knäpparlarver och Rhizoctonia och effekt av olika betningsmedel*. Diss. Umeå: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Bång, U. (2001). *Silverskorv och svartpricksjuka på potatis : skadegörare och sjukdomsbild*. (Faktablad om växtskydd. Jordbruk,. Uppsala: Sveriges lantbruksuniv. Tillgänglig: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:slu:epsilon-14-4>.
- Bång, U. (2005). *Slutrapport för projekt: Rhizoctonia solani – Marksmitta finns det, vilka stammar förekommer?*. Umeå.

- Carmen, L., Merida & Rosemary, L. (1991). *Silver Scurf of Potato*. Tillgänglig: http://vegetablemndonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Potato_SilverScurf.htm [2018-02-02].
- Carnegie, S.F., Choiseul, J.W. & Roberts, A.M.I. (2003). Detection of *Colletotrichum coccodes* and *Helminthosporium solani* in soils by bioassay. *Plant Pathology*, 52(1), ss. 13-21.
- Celetti, M.J., Johnson, H.W., Platt, H.W. & Boivin, G. (1990). A note on the incidence of soilborne fungi in six crops used in rotation with potatoes. *Phytoprotection*, 71(2), ss. 97-100.
- Chen, X. & Kang, Z. (2017). *Stripe rust*. Dordrecht: Springer. Tillgänglig: <https://books.google.se/books?id=CFAsDwAAQBAJ&lpg=PA567&ots=FVnvszjai6&dq=quinone%20outside%20inhibitor%20electron%20chain&pg=PA567#v=onepage&q=quinone%20outside%20inhibitor%20electron%20chain&f=false>.
- Cullen, D.W., Lees, A.K., Toth, I.K. & Duncan, J.M. (2001). Conventional PCR and Real-time Quantitative PCR Detection of *Helminthosporium Solani* in Soil and on Potato Tubers. *European Journal of Plant Pathology*, 107(4), ss. 387-398.
- Cullen, D.W., Lees, A.K., Toth, I.K. & Duncan, J.M. (2002). Detection of *Colletotrichum coccodes* from soil and potato tubers by conventional and quantitative real-time PCR. *Plant Pathology*, 51(3), ss. 281-292.
- Cummings, T. & Johnson, D. (2008). Effectiveness of Early-season, Single Applications of Azoxystrobin for the Control of Potato Black Dot as Evaluated by Three Assessment Methods. *The Official Journal of the Potato Association of America*, 85(6), ss. 422-431.
- Cunnington, A.C. (2008). Developments in Potato Storage in Great Britain. *Potato Research*, 51(3), s. 403.
- Dashwood, E.P., Burnett, E.M. & Perombelon, M.C.M. (1991). Effect of a continuous hot water treatment of potato tubers on seed-borne fungal pathogens. *Potato Research*, 34(1), ss. 71-78.
- Denner, F., P. Millard, C. & C. Wehner, F. (2000). Effect of soil solarisation and mouldboard ploughing on black dot of potato, caused by *Colletotrichum coccodes*. *Potato Research*, 43(3), ss. 195-201.
- Denner, F.D.N., Millard, C.P. & Wehner, F.C. (1998). The effect of seed-and soilborne inoculum of *Colletotrichum coccodes* on the incidence of black dot on potatoes. *Potato Research*, 41(1), ss. 51-56.
- Dillard, H.R. (1987). *Tomato Anthracnose*. Tillgänglig: http://vegetablemndonline.ppath.cornell.edu/factsheets/Tomato_Anth.htm [2018-02-21].
- Dillard, H.R. (1988). Influence of temperature, pH, osmotic potential, fungicide sensitivity on germination of conidia and growth from sclerotia of *Colletotrichum coccodes* in vitro. *Phytopathology*, 78(10), ss. 1357-1361.
- Dillard, H.R. & Cobb, A.C. (1998). Survival of *Colletotrichum coccodes* in infected tomato tissue and in soil. *Plant Disease*, 82(2), ss. 235-238.
- Dung, J.K.S., Ingram, J.T., Cummings, T.F. & Johnson, D.A. (2012). Impact of Seed Lot Infection on the Development of Black Dot and Verticillium Wilt of Potato in Washington. *Plant Disease*, 96(8), ss. 1179-1184.
- Eberlein, C.V., Barkdoll, A.W. & Davis, J.R. (1991). Pathogenicity of *Colletotrichum coccodes* Isolates to Potato (*Solanum tuberosum*) and Two Nightshade (*Solanum* spp.) Species. *Weed Technology*, 5(3), ss. 570-574.
- Elmore, C.L., Stapleton, J.J., Bell, C.E. & Devay, J.E. (1997). Soil Solarization - A Nonpesticidal Method for Controlling Diseases, Nematodes, and Weeds Tillgänglig: http://vric.ucdavis.edu/pdf/soil_solarization.pdf [2018-02-27].
- Errampalli, D., Saunders, J.M. & Holley, J.D. (2001). Emergence of silver scurf (*Helminthosporium solani*) as an economically important disease of potato. *Plant Pathology*, 50(2), ss. 141-153.
- Fernández-Ortuño, D., Tores, J., De Vicente, A. & Pérez-García, A. (2010). *The Qol Fungicides, the Rise and Fall of a Successful Class of Agricultural Fungicides*.

- Franke, U., Einarson, E., Andrésen, N., Svanes, E., Hartikainen, H. & Mogensen, L. (2013). *Kartläggning av matsvinn i primärproduktionen*. København: Nordisk ministerråd.
- Furenhed, S. & Gertsson, A. (2014). Risk och konsekvensanalys för potatis. *PM: Strategin för växtskyddsmedel*. Tillgänglig: <https://www.jordbruksverket.se/download/18.1b8a384c144437186ea4fc9/1411733644949/Risk-och-konsekvensanalys+f%C3%B6r+potatis.pdf> [2018-02-21].
- Gimsing, A.L. & Kirkegaard, J.A. (2009). Glucosinolates and biofumigation: fate of glucosinolates and their hydrolysis products in soil. *Phytochemistry Reviews*, 8(1), ss. 299-310.
- Glais-Varlet, I., Boucek-Mechiche, K. & Andrivon, D. (2004). Growth in vitro and infectivity of *Colletotrichum coccodes* on potato tubers at different temperatures. *Plant Pathology*, 53(4), ss. 398-404.
- Graça, J. (2015). Suberin: the biopolyester at the frontier of plants. *Frontiers in Chemistry*, 3, s. 62.
- Hamm, P.B. & Johnson, D.A. (2012). Silver Scurf and Black Dot Development on Fresh Marketed Russet Norkotah Tubers in Storage *Potato Progress*, Volume XII, Number 17(Research & Extension for the Potato Industry of Idaho, Oregon, & Washington).
- Hide, G.A. & Boorer, K.J. (1991). Effects of drying potatoes (*Solanum tuberosum* L.) after harvest on the incidence of disease after storage. *Potato Research*, 34(2), ss. 133-137.
- Hunger, R.M. & McIntyre, G.A. (1979). Occurrence, development, and losses associated with silver scurf and black dot on Colorado potatoes. *American Potato Journal*, 56(6), ss. 289-306.
- Ingram, J., Cummings, T.F. & Johnson, D.A. (2011). Response of *Colletotrichum Coccodes* to Selected Fungicides Using a Plant Inoculation Assay and Efficacy of Azoxystrobin Applied by Chemigation. *American Journal of Potato Research*, 88(4), ss. 309-317.
- Janssen, D. (2002). *Potatoes: Harvesting and Storing (potatocare)*. Tillgänglig: <https://lancaster.unl.edu/hort/articles/2002/potatocare.shtml> [2018-01-22].
- Johnson, D. & Miliczky, E.R. (1993a). Distribution and Development of Black Dot, Verticillium Wilt, and Powdery Scab on Russet Burbank Potatoes in Washington State. *Plant Disease*, 77(1), ss. 74-79.
- Johnson, D.A. (1994). Effect of foliar infection caused by *Colletotrichum coccodes* on yield of Russet Burbank potato. *Plant Disease*, 78(11), ss. 1075-1078.
- Johnson, D.A. & Cummings, T.F. (2015). Effect of Extended Crop Rotations on Incidence of Black Dot, Silver Scurf, and Verticillium Wilt of Potato. *Plant Disease*, 99(2), ss. 257-262.
- Johnson, D.A. & Miliczky, E.R. (1993b). Effects of wounding and wetting duration on infection of potato foliage by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Disease*, 77(1), ss. 13-17.
- Johnson, D.A., Rowe, R.C. & Cummings, T.F. (1997). Incidence of *Colletotrichum coccodes* in Certified Potato Seed Tubers Planted in Washington State. *Plant Disease*, 81(10), ss. 1199-1202.
- Jordbruksverket (2017-12-05). *Hållbar utveckling av växter*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/konsument/hallbarmatforallahallbarutvecklingavvaxter.4.21060f2f15ffbbf5ebcc89d8.html> [2018-02-27].
- Jordbruksverket (2017-03-08). *Kvalitetskrav vid certifiering av utsädespotatis*. Tillgänglig: <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/utsadeochsorter/vadfarduvidkopavcertifieratutsade/detaljerutsadespotatis.4.67e843d911ff9f551db8000548.html> [2018-03-18].
- Júnior, H., Gioria, R., Suzuki, O., Brunelli, K., Souza Braga, R. & Massola, N. (2007). *Natural occurrence of Colletotrichum coccodes (Wallr.) Hughes causing anthracnose on pepper (Capsicum annum L.) in Brazil* (33).
- Kemikalieinspektionen (2018). *Villkor för utvidgat produktgodkännande för mindre användningsområde (UPMA) för Amistar*. Sundbyberg: Kemikalieinspektionen.
- Kim, W.-G. & Cho, W.-D. (1997). *Black Dot Root Rot of Eggplant Caused by Colletotrichum coccodes* (25).
- Komm, D. (1978). Tuber-borne infection of *Solanum tuberosum* 'Superior' by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Disease*, 62(8), ss. 682-687.

- Kronhed, A., Lindholm, R., Andersson, S. & Svensson, S.-E. (2011). *Lagring av potatis i ett föränderligt klimat*. (Landskap trädgård jordbruk : rapportserie (1654-5427)). Alnarp Sverige: (LTJ, LTV) > Agrosystem (t.o.m. 121231).
- Lees, A.K., Brierley, J.L., Stewart, J.A., Hilton, A.J., Wale, S.J., Gladders, P., Bradshaw, N.J. & Peters, J.C. (2010). Relative importance of seed-tuber and soilborne inoculum in causing black dot disease of potato. *Plant Pathology*, 59(4), ss. 693-702.
- Lees, A.K. & Hilton, A.J. (2003). Black dot (*Colletotrichum coccodes*): an increasingly important disease of potato. *Plant Pathology*, 52, ss. 3-12.
- Lulai, E. (2007). The Canon of Potato Science: 43. Skin-set and Wound-healing/Suberization. *Journal of the European Association for Potato Research*, 50(3), ss. 387-390.
- Lulai, E.C. & Orr, P.H. (1994). Techniques for detecting and measuring developmental and maturational changes in tuber native periderm. *American Potato Journal*, 71(8), ss. 489-505.
- Martínez, J.A. (2012). *Natural Fungicides Obtained from Plants* InTech.
- McDonald, B.A. (1997). The population genetics of fungi: tools and techniques. *Phytopathology*, 87(4), ss. 448-53.
- MDA, M.D.o.A., . *Conservation Tillage*. Tillgänglig: <https://www.mda.state.mn.us/protecting/conservation/practices/constillage.aspx> [2018-02-25].
- Miller, J.S., Hamm, P.B., Olsen, N., Geary, B.D. & Johnson, D.A. (2011). Effect of Post-Harvest Fungicides and Disinfestants on the Suppression of Silver Scurf on Potatoes in Storage. *American Journal of Potato Research*, 88(5), s. 413.
- Mohan, S.K., Davis, J.R., Sorensen, L.H. & Schneider, A.T. (1992). Infection of aerial parts of potato plants by *Colletotrichum coccodes* and its effects on premature vine death and yield. *American Potato Journal*, 69(9), ss. 547-559.
- Nærstad, R., Dees, M., Le, V., Holgado, R. & Hermansen, A. (2012). Occurrence of Skin Blemish Diseases (Scab and Scurf) in Norwegian Potato Production. *Journal of the European Association for Potato Research*, 55(3), ss. 225-239.
- Naturvårdsverket (2017-09-18). *Matsvinn*. Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Miljoarbete-i-Sverige/Uppdelat-efter-omrade/Avfall/Avfallsforebyggande-program/Matsvinn/> [2018-02-18].
- Neubauer, J.D., Lulai, E.C., Thompson, A.L., Suttle, J.C., Bolton, M.D. & Campbell, L.G. (2013). Molecular and cytological aspects of native periderm maturation in potato tubers. *J Plant Physiol*, 170(4), ss. 413-23.
- Nilsson, I., Rölin, Å., Schie, A.v. & Hushållningssällskapet Skaraborg (2012). *Odla potatis : en handbok*. 1. uppl. uppl. Skara: Hushållningssällskapet Skaraborg.
- Nitzan, N., Cummings, T.F. & Johnson, D.A. (2005). Effect of seed-tuber generation, soilborne inoculum, and azoxystrobin application on development of potato black dot caused by *Colletotrichum coccodes*. *The American Phytopathological Society*, 89(11), ss. 1181-1185.
- Nitzan, N., F. Cummings, T. & Johnson, D. (2008). *Disease Potential of Soil- and Tuberborne Inocula of Colletotrichum coccodes and Black Dot Severity on Potato*92).
- Nitzan, N., Hazanovsky, M., Tal, M. & Tsror Lahkim, L. (2002). Vegetative Compatibility Groups in *Colletotrichum coccodes*, the Causal Agent of Black Dot on Potato. *Phytopathology*, 92(8), s. 827.
- Nitzan, N., Lucas, B.S. & Christ, B.J. (2006). Colonization of rotation crops and weeds by the potato black dot pathogen *Colletotrichum coccodes*. *American Journal of Potato Research*, 83(6), ss. 503-507.
- O'Donoghue, E.P., Yada, R.Y. & Marangoni, A.G. (1995). Low Temperature Sweetening in Potato Tubers: the Role of the Amyloplast Membrane. *Journal of Plant Physiology*, 145(3), ss. 335-341.
- Olsson, M., Jönsson, N. & Jansson, V. (2008). *Hur kan problemet med silverskorv på potatis minskas?*). Svensk Potatis AB.

- Olsson, O.G. *Fruktkropp*. Tillgänglig: <https://www.ne.se/uppslagsverk/encyklopedi/l%C3%A5ng/fruktkropp> [2018-03-15].
- Ontario CropIPM (2009-02-13). *Black Dot*. Tillgänglig: <http://www.omafra.gov.on.ca/IPM/english/potatoes/diseases-and-disorders/blackdot.html#advanced> [2018-02-09].
- Pasche, J.S., Taylor, R.J. & Gudmestad, N.C. (2010). Colonization of Potato by *Colletotrichum coccodes*: Effect of Soil Infestation and Seed Tuber and Foliar Inoculation. *The American Phytopathological Society*, 94(7), ss. 905-914.
- Pasche, J.S., Wharam, C.M. & Gudmestad, N.C. (2004). Shift in Sensitivity of *Alternaria solani* in Response to QoI Fungicides. *Plant Disease*, 88(2), ss. 181-187.
- Paul, V., Ezekiel, R. & Pandey, R. (2016). Sprout suppression on potato: need to look beyond CIPC for more effective and safer alternatives. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), ss. 1-18.
- Paun, O. & Schönswetter, P. (2012). Amplified Fragment Length Polymorphism (AFLP) - an invaluable fingerprinting technique for genomic, transcriptomic and epigenetic studies. *Methods in molecular biology (Clifton, N.J.)*, 862, ss. 75-87.
- Pavlista, A.D., Kerr, E.D. & O'Keefe, R.B. (1992). G92-1090 Black Dot Disease of Potato. Tillgänglig: <https://digitalcommons.unl.edu/extensionhist/1266/>.
- Peters, J.C., Harper, G., Brierley, J.L., Lees, A.K., Wale, S.J., Hilton, A.J., Gladders, P., Boonham, N. & Cunnington, A.C. (2016). The effect of post-harvest storage conditions on the development of black dot (*Colletotrichum coccodes*) on potato in crops grown for different durations. *Plant Pathology*, 65(9), ss. 1484-1491.
- Porta-Puglia, A. & Mifsud, D. (2005). First record of *Colletotrichum coccodes* on potato in Malta. *Journal of Plant Pathology*, 87(3).
- Read, P.J. (1991). The susceptibility of tubers of potato cultivars to black dot (*Colletotrichum coccodes* (Walk.) Hughes). *Annals of Applied Biology*, 119(3), ss. 475-482.
- Read, P.J. & Hide, G.A. (1988). Effects of inoculum source and irrigation on black dot disease of potatoes (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes) and its development during storage. *Potato Research*, 31(3), ss. 493-500.
- Read, P.J. & Hide, G.A. (1995). Development of black dot disease (*Colletotrichum coccodes* (Wallr.) Hughes) and its effects on the growth and yield of potato plants. *Annals of Applied Biology*, 127(1), s. 57.
- Rettke, M. & McKay, A. (2015-02-06). *PreDicta PT*. Tillgänglig: http://www.pir.sa.gov.au/research/services/molecular_diagnostics/predicta_pt#toc1 [2018-02-18].
- Scholte, K., W. Veenbaas-rijks, J. & E. Labruyère, R. (1985). *Potato growing in short rotations and the effect of Streptomyces spp., Colletotrichum coccodes, Fusarium tabacinum and Verticillium dahliae on plant growth and tuber yield* (28).
- Sonnewald, U. (2001). Control of potato tuber sprouting. *Trends in Plant Science*, 6(8), ss. 333-335.
- Stevenson, W.R. (2001). *Compendium of potato diseases*. 2. uppl. (The disease compendium series of the American Phytopathological Society. St. Paul, Minn.: APS Press, The American Phytopathological Society. Tillgänglig: <http://www.e-streams.com/es0505/es0505%5F1868.htm>).
- Svensk Potatis (2015). Kvalitetsnorm för höst / vinterpotatis. Tillgänglig: <http://svensspotatis.se/om-potatis/kvalitetsbestamning-av-potatis/kvalitetsklasser/>.
- Syngenta (2017a). *Amistar*. Tillgänglig: <https://www.syngenta.se/product/crop-protection/svampmedel/amistar> [2018-02-08].
- Syngenta (2017b). *Amistar - Bruksanvisning*. Tillgänglig: <https://www.syngenta.se/sites/g/files/zhg266/f/amistar-uin-se.pdf?token=1511171967>.
- Taiz, L. & Zeiger, E. (2002). *Plant physiology*. New York: W.H. Freeman.
- Taylor, F., Kenyon, D. & Rosser, S. (2014). Isothiocyanates inhibit fungal pathogens of potato in in vitro assays. *An International Journal on Plant-Soil Relationships*, 382(1), ss. 281-289.

- Thirumalachar, M.J. (1967). Pathogenicity of *Colletotrichum atramentarium* on some potato varieties. *American Potato Journal*, 44(7), ss. 241-244.
- Tsrer, L. (2004). Effect of light duration on severity of black dot caused by *Colletotrichum coccodes*. *Plant Pathology*, 53(3), ss. 288-293.
- Tsrer, L., Erlich, O. & Hazanovsky, M. (1999). Effect of *Colletotrichum coccodes* on potato yield, tuber quality, and stem colonization during spring and autumn. *The American Phytopathological Society*, 83(6), ss. 561-565.
- USDA (2011). *United States Standards for Grades of Potatoes*: United States Department of Agriculture.
- Wahlstedt, G. (2017). *Skörd av potatis 2017. Preliminära uppgifter*. (JO - Jordbruk, skogsbruk och fiske., JO 17 SM 1701).
- Wharton, P.S. (2015). *Black Dot*. Tillgänglig: <http://www.idahopotatodiseases.org/blackdot.html> [2018-02-15].
- Wicks, T.J. (2005). *Control of black dot in potatoes / Trevor Wicks*. Sydney: Horticultural Australia.
- Wood, E.M., Miles, T.D. & Wharton, P.S. (2013). The use of natural plant volatile compounds for the control of the potato postharvest diseases, black dot, silver scurf and soft rot. *Biological Control*, 64(2), ss. 152-159.
- Zitter, T., Hsu, L. & Halseth, D. (1989). *Black Dot Disease of Potato*. Ithaca, NY, USA: Cornell Cooperative Extension. Tillgänglig: <http://hdl.handle.net/1813/43259>.