

Möjligheter att undvika äppleskorv (*Venturia inaequalis*) i äppelodling

Opportunities to avoid apple scab (*Venturia inaequalis*) in apple cultivation

Anna Lundström



Möjligheter att undvika äppleskorv (*Venturia inaequalis*) i äppelodling

Opportunities to avoid apple scab (*Venturia inaequalis*) in apple cultivation

Anna Lundström

Handledare: Helena Persson Hovmalm, SLU, Institutionen för växtförädling

Examinator: Larisa Gustavsson, SLU, Institutionen för växtförädling

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: A1E

Kurstitel: Magisterarbete i trädgårdsvetenskap

Kurskod: EX0737

Examen: Magisterexamen i trädgårdsvetenskap

Ämne: Trädgårdsvetenskap (EX0737)

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och -år: Mars 2016

Omslagsbild: Anna Lundström, 2013

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

Nyckelord: Äppleskorv, *Venturia inaequalis*, Odlingsteknik, Skorvvarning, Äppelförädling, Kaliumbikarbonat

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

Förord

I mitt kandidatarbete som examen för trädgårdsingenjör skrev jag om svavel som används i ekologisk odling kan ha en miljö- och humanpåverkan. I det arbetet kom jag fram till att svavlet vid omvandling i naturen kan ha negativ påverkan på människa och miljö.

I detta arbete som jag ser lite som en fortsättning på det arbetet vill jag se vad det finns för möjligheter att undvika skorv angrepp i äppelodling för att bekämpning med kemiska fungicider ska minskas i odlingen.

Jag vill härmed tacka min handledare Helena Persson Hovmalm för alla bra tips och stöd i skrivarbetet. Tack även till Sanja Manduric för förtydligande av fungicidanvändning mot skorv.

Anna Lundström 29 februari 2016

Sammanfattning

Äppleskorv orsakas av svampen *Venturia inaequalis* och är en av de allvarligaste sjukdomarna i äppelodling. Vid angrepp kan äpplena bli osäljbara vilket är förödande för odlare. I detta arbete redogör jag för olika strategier att undvika äppleskorv. Arbetet är en litteraturstudie och frågan som ställs är ”Vad finns det för olika möjligheter att undvika skorvangrepp i svenska äppelodlingar?”

Svaret på frågan om hur man kan undvika äppleskorv handlar om odlingsteknik, odlingsprognoser/skorvvarning och växtförädling. Odlingsteknik innebär att välja rätt odlingsplats, välja motståndskraftiga/resistenta sorter, beskära träd, tänka på näringstillförsel, och sanering av infekterade blad. Odlingsprognoser/skorvvarning hjälper odlare att se när risken för skorvangrepp är som störst, så att användning av fungicider kan minimeras. Växtförädling av nya sorter är viktigt för att odlare skall kunna välja bra, motståndskraftiga sorter att odla.

Att hitta nya alternativ till fungicider som har mindre negativ miljö- och humanpåverkan är viktigt för framtiden då det är omöjligt att helt sluta bekämpa äppleskorv. Detta på grund av att resistensbrott lättare inträffar om svampen har chans att uppförökas vid obesprutade, mer mottagliga äppleträd och därefter kunna attackera även den resistenta sorten. Även på grund av att fungicider som används mot äppleskorv motverkar andra svampsjukdomar.

Summary

Apple scab is caused by the fungus *Venturia inaequalis* and is one of the most serious diseases in apple cultivation. If apples are infested they are unmarketable which is devastating to growers. In this work, I investigate which strategies farmers can use to avoid apple scab.

The work is a literature and the question how being asked is: "What are the different options to avoid scab infestation in Swedish apple orchards?"

The answers to the question of how to avoid apple scab is about cultivation technology, crop forecasting/scab warning and plant breeding. Cultivation technology means choosing the right cultivation site, select resistant varieties, crop the trees, and think about nutrition and sanitation of infected leaves. Cultivation forecast/scab warning helps growers to see when the risk from scab is large, so that the use of fungicides can be minimized. Plant breeding of new varieties is important for growers to be able to select good resistant varieties.

To find new alternative to fungicides which have less negative environmental and human impacts are important for the future since it is impossible to completely stop spraying against apple scab. This is because resistances breaks down easier occurs if the fungus has the chance to be increased at unsprayed, more susceptible apple trees and then be able to attack even the resistant variety. Also, because the fungicides used against apple scab are effective to other fungal diseases.

Innehållsförteckning

| | |
|--|----|
| 1. Introduktion | 7 |
| 1.1. Bakgrund | 7 |
| 1.1.1. Äppleskorv | 7 |
| 1.1.2. Fungicidanvändning | 8 |
| 1. 2. Syfte | 9 |
| 1. 3. Avgränsning | 9 |
| 1. 4. Frågeställning | 9 |
| 2. Metod och material | 10 |
| 3. Resultat | 11 |
| 3.1. Odlingstekniska åtgärder | 11 |
| 3.1.1. Välja rätt odlingsplats | 11 |
| 3.1.2. Välja rätt äpplesorter | 11 |
| 3.1.3. Näring | 12 |
| 3.1.4. Beskrining | 12 |
| 3.1.5. Sanering av infekterade blad | 12 |
| 3.2. Odlingsprognos/Skorvvarning | 13 |
| 3.3. Växtförädling | 17 |
| 3.3.1. Äppelförädling i Sverige | 17 |
| 3.3.2. Resistens | 18 |
| 3.3.3. Resistensgener och skorvraser | 19 |
| 3.3.4. Resistensbrott och skorvraser i Sverige | 20 |
| 3.3.5. DNA-markörer i resistensförädling | 20 |
| 3.4. Alternativa fungicider | 22 |
| 4. Diskussion | 24 |
| 5. Slutsats | 25 |
| Referenslista | 26 |
| Bilaga 1 | |

1. Introduktion

1.1. Bakgrund

1.1.1. Äppleskorv

Äppleskorv är en av de allvarligaste sjukdomarna på äpple. Skulle äpplena få angrepp av svampen kan frukten bli osäljbar. Äppleskorv orsakas av *Venturia inaequalis* som är en sporsäckssvamp och tillhör fylumet Ascomycota (Svedelius, 2014).

Skorv syns som olivgröna sår vid bladens nerver (Sandskär, 2003a,b). Såren kommer senare att bli mörkare och nekrotiserade och bladen faller därmed lättare av från trädet. På frukten syns skorv som mörka prickar och orsakas av en infektion främst från konidier på foderblad som sedan spridit sig till frukten. Dock kan infektion även ske senare under säsongen. Ibland visar sig skorvsymptomen inte förrän efter en tids lagring av frukten och kallas då lagringsskorv. Skorvsymptom på frukt och blad syns i figur 1 och 2.

På hösten när de infekterade bladen faller av övervintrar svampen som mycel i bladen (Sandskär, 2003a,b; Pettersson & Åkesson, 2011). Svampen bildar fruktkroppar (pseudothecier) och sexuella sporer (askosporer) skjuts ut ur fruktkropparna på våren när fuktigheten och temperaturen är rätt. Dessa kommer med vindens hjälp att driva till nya äppleträd där de infekterar de unga bladen. Svampen bildar då vegetativa sporer (konidier) som sprids vidare för fortsatt infektion på blad och frukt. När sedan hösten kommer övervintrar svampen igen på de infekterade bladen. Årsskotten kan även få grenskorv vid högt svampangrepp vilket syns som små blåsor och orsakar tidig infektion på våren (Jordbruksverket, u.å.a).



Figur 1. Fruktakorv
Bild: Boel Sandskär



Figur 2. Bladskorv
Bild: Boel Sandskär

1.1.2. Fungicidanvändning

I ett tidigare arbete beskrev jag att man i ekologisk äppelodling får använda svavel för att förebygga äppelmjöldagg (*Podosphaera leucotricha*), äppleskorv (*Venturia inaequalis*) och fruktmögel (*Monilia fructigena*) (Lundström, 2015). I ekologisk odling får man inte använda kemiska växtskyddsmedel, dock får svavel användas. Syftet med arbetet var att ta reda på om svavlet har någon påverkan på människa och miljö. Vad som kom fram i litteraturstudien var att det elementära svavlet i fungiciden Kumulus DF inte har någon påverkan, men vid utvinning och omvandling i naturen kan svavlet ha negativ miljö- och humanpåverkan. Negativt på så sätt att bland annat svaveldioxid och svavelsyra bildas och dessa ämnen påverkar människa negativt samt försurar miljön.

Fungiciden Kumulus DF som innehåller svavel och får användas vid ekologisk äppelodling är bara en av sex kemiska fungicider som får användas i IP-odling av äpple mot skorv (Kemikalieinspektionen, 2016a). Tabell 1 visar de kemiska fungicider som får användas i IP-odling av äpple mot skorv och innehåller viktig information till odlaren.

Tabell 1. Information om fungicider mot äppleskorv som får användas i IP-odling. Källa: Se Bilaga 1

| Fungicid | Verksamt ämne | Behandlingar per år | Behandlingsintervall (Dygn) | BBCH* | Karens-dagar |
|---------------|---------------|---------------------|-----------------------------|-------|--------------|
| Candit | Kresoximmetyl | 3 | - | 59-71 | 42 |
| Delan WG | Ditianon | 12 | - | 10-79 | 21 |
| Kumulus DF | Svavel | 5 | 10-14 | 9-81 | - |
| Scala | Pyrimetanyl | 5 | 7-10 | 53-77 | 56 |
| Syllit 544 SC | Dodin | 2 | 7-10 | - | 60 |
| Topas 100 EC | Penkonazol | 3 | 10-14 | - | 21 |

*Utvecklingsstadier hos för knoppen, t.ex. BBCH 60 är början av blom (Nordiskt Alkali, u.å).

Alla fungicider förutom Kumulus DF har behörighetsklass 2L vilket betyder att de endast får användas av yrkespersoner som fått utbildning och tillstånd (Kemikalieinspektionen, 2015f). Dessutom betyder det att de är mer farliga ur ett miljö- och hälsoperspektiv än vad de med klass 3 är (som Kumulus DF), men mindre än klass 1L. Faktum är att ämnena släpps ut i naturen och kan ha negativ påverkan på människa och miljö. Därför är det av största vikt för odlare att minska på användningen av fungicider.

1. 2. Syfte

Syftet med detta arbete är att redogöra för olika möjligheter att undvika äppleskorv i en äppelodling, så att mindre mängd fungicider används.

1. 3. Avgränsning

Arbetet kommer att fokusera på skorvangrepp i svensk äppelodling, med inriktning på odlingsteknik, odlingsprognoser/skorvvarning och växtförädling.

1. 4. Frågeställning

Vad finns det för olika möjligheter att undvika skorvangrepp i svenska äppelodlingar?

2. Metod och material

Arbetet är en litteraturstudie. Information från Jordbruksverket och Kemikalieinspektionen har används för att få kunskap om vad som gäller i Sverige angående fungicidanvändning, skorvvarning med mera. Mejlkontakt togs även med Sanja Manduric som är rådgivare för växtskydd på Jordbruksverket för att få förtydligande om fungicidanvändning. Relevanta böcker och doktorsavhandlingar har lästs. För att hitta relevanta artiklar till arbetet har bland annat sökord som äppelförädling, äppleskorv, *Venturia inaequalis*, skorvvarning, odlingsteknik, kaliumbikarbonat, potassium bicarbonate används. För att lätt hitta artiklar har databaser som Web of science används och SLUs biblioteks söktjänst Primo varit till bra hjälp. Hittades bra artiklar, har referenser i dessa söks upp och använts.

3. Resultat

3.1. Odlingstekniska åtgärder

Viktigt för att undvika eller minimera angrepp från skorv är att genomföra vissa odlingstekniska åtgärder. Nedan följer punkter som man bör tänka på för att undvika skorvangrepp i äppelodlingen.

3.1.1. Välja rätt odlingsplats

För att undvika skorvangrepp är det av största vikt att välja rätt plats att odla äpplena på (Tahir, 2014). Förhållandet mellan svampen, växten och miljön måste vara rätt för att det inte ska bli infektion (Sandström & Twengström, 2002). Trivs växten på ett ställe som inte svampen gillar kommer växten att klara sig utan infektion men det betyder då inte att växten är resistent. Svampangrepp kommer inte ske när svampen inte trivs i miljön. Eftersom svampangrepp gynnas av väta är ett soligt läge att föredra (Tahir, 2014). Att odla nära vattendrag och sjöar gör att risken för frost under blomning minskar. Detta har inte direkt med skorvangrepp att göra men mår trädet bra under sin livstid kommer det att stå emot angrepp på ett bättre sätt.

3.1.2. Välja rätt äpplesorter

Vid plantering av äppleträden är det viktigt att välja rätt sorter till odlingen (Sandskär, 2003a; Tahir, 2014). För att undvika skorv skall sorter som är mottagliga för skorv undvikas. Sorter som har resistensgener, som till exempel "Frida", eller god fältresistens mot skorv, som till exempel "Discovery", bör väljas (Nybom, 2004; Nybom, 2012). Viktigt att tänka på i odlingen är att kombinera olika äpplesorter. Äpple är oftast självsteril och behöver pollen från en annan sort för att kunna sätta frukt. Olika sorter pollinerar varandra olika bra. Har två sorter samma gener för självsterilitet kan de inte utveckla frukter. Till exempel skall man inte kombinera sorterna "Fredrik" och "Frida" då dessa sorter har samma gener för självsterilitet (Nybom, 2007). Dessutom skall äpplesorter med bra resistens inte blandas med mottagliga då detta förhöjer risken att bryta resistensen (Nybom, 2012; Tahir, 2014). Detta på grund av att svampen kan uppföras på de mottagliga sorterna och sedan angripa de resistent. Det är bättre att välja sorter med olika typer av resistens i äppelodlingen, så slås inte hela odlingen ut vid ett eventuellt skorvangrepp.

3.1.3. Näring

För att hålla träden i bra trim och för att de skall kunna stå emot skorvangrepp på ett bra sätt skall träden ges rätt mängd näring. Skulle de till exempel få för mycket kväve kan de avta i tillväxt och blir då mer mottagliga för svampen (Sandskär, 2003a).

3.1.4. Beskärning

Det är viktigt att beskära träden för att de skall torka upp snabbt efter regn, då svampens groningen gynnas av väta (Sandskär, 2003a). Forskning har visat att odlingar där man inte beskär träden blir mer angripna av skorv än de odlingar där träden beskärs. Har trädet fått grenskorv skall detta beskäras bort (Apple Best Practice Guide, u.å).

3.1.5. Sanering av infekterade blad

För att begränsa infektionen nästkommande år, är det viktigt att infekterade blad tas bort (Sandskär, 2003a; Tahir, 2014). Något odlaren kan göra på hösten när bladen fallit till marken är att räfsa in dem i gräset och sedan sönderdela dem med gräsklipparen för att nedbrytningen skall ske snabbare. Att samla ihop bladen och bränna upp dem är också bra för att få bort onödig smittkälla. För att öka nedbrytningen av bladen kan kväverika produkter användas, som till exempel nässelvatten (Tahir, 2014; Jordbruksverket, 2015).

3.2. Odlingsprognos/Skorvvarning

För att äppelodlaren lättare ska veta när risken för svampinfektion är som störst är det viktigt med prognosmodeller. Redan 1944 presenterades Mills kurvor för att visa samband mellan antalet timmar det är väta på bladen och lufttemperatur och infektion från svampen (Cornell University, u.å). Dessa kurvor har sedan blivit redigerade flera gånger.

Idag finns det modeller som tar in väderinformation från odlingen i datorprogram för att mäta när det finns risk för angrepp. En sådan modell är RIMpro som är utvecklad av nederländaren Marc Trapman och används av svenska äppelodlare (Bio Fruit Advies, 2013; Jordbruksverket, 2016a).

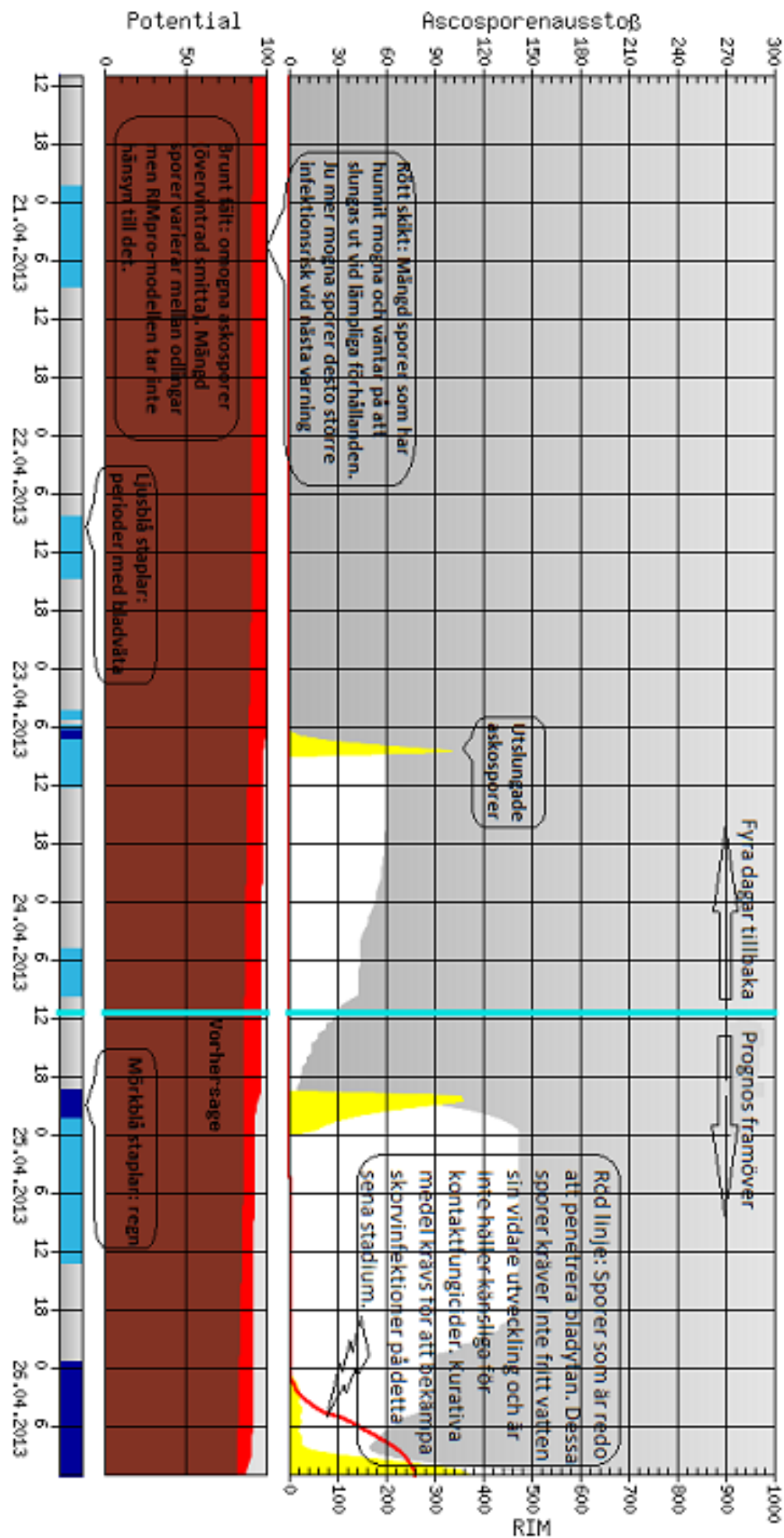
Väderinformationen som datorprogrammet analyserar är lufttemperatur, relativ luftfuktighet, vindhastighet, vindriktning, nederbörd och bladväta, vilket mäts från den väderstation som finns i odlingen (Jordbruksverket, 2016b). Vad som måste ställas in i programmet är Biofix (Bio Fruit Advies, 2013), det vill säga den tidpunkt då de första askosporerna förväntas mogna. Denna tidpunkt är olika beroende på var i landet man befinner sig. Förra året var det 20 mars för en odling medan det för en annan odling var tre veckor senare, den 12 april (Jordbruksverket, 2016a).

Under odlingssäsongen förs data kontinuerligt in i prognosen och förväntat skorvangrepp visas. Figur 3 visar en förklarande modell från Jordbruksverket över hur man avläser RIMpro modellen (Jordbruksverket, u.å.b). Denna figur visar prognos över primär skorvinfektion, det vill säga den infektion som övervintrande askosporer orsakar under våren. Det finns även prognosmodell över den sekundära infektionen som sker i odlingen, det vill säga den infektion som orsakas av de konidier som bildas under säsongen. Figur 4 visar hur denna modell kan se ut (Bio Fruit Advies, 2013).

Med hjälp av prognosmodellen kan odlare få hjälp att räkna ut när de skall använda fungicider mot äppleskorv i odlingen. Innan en infektion börjar kan förebyggande fungicider som till exempel Delan WG och Candit¹ användas. Har infektionen redan börjat kan man använda Kumulus DF, som även får användas i ekologisk äppelodling. Fungicider som Scala, Topas 100 EC och Syllit 544 SC kan användas om infektionen redan kommit igång (kurativt) och

¹ Sanja Manduric, Jordbruksverket (mejlkontakt 2016-02-24)

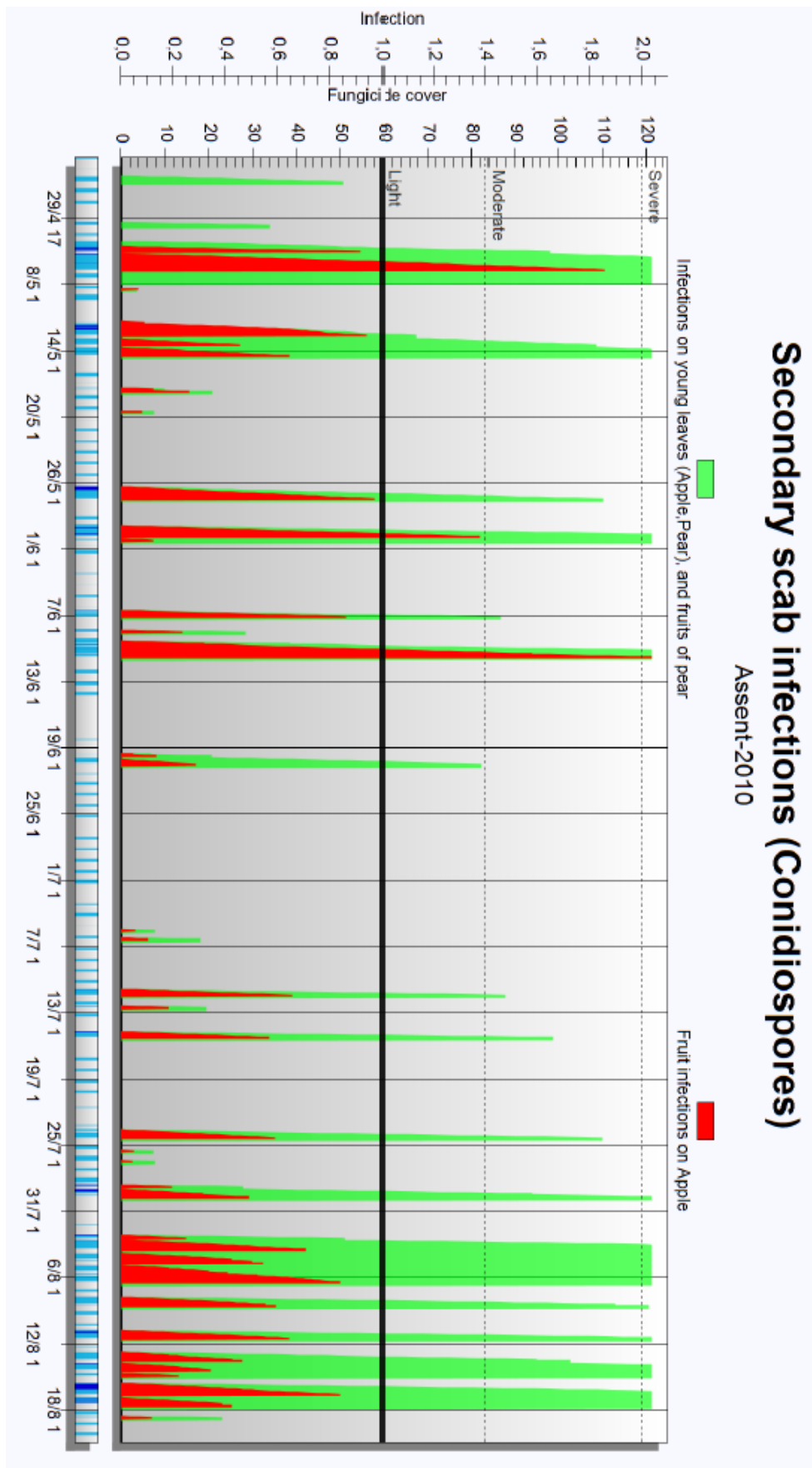
man vill stoppa fortsatt infektion från konidier som bildas i angripna blad. Det gäller dock för odlaren att känna sin odling, och att veta hur känsliga sorterna är för skorv för att få ett lyckat resultat (Bio Fruit Advis, 2013). Detta för att grafen inte tar hänsyn till hur många askosporer som finns i odlingen, vilka sorter som odlas eller om tidigare behandling av fungicid fortfarande är verksam.



Figur 3. Primär infektion. I figuren förklaras hur man ska avläsa RIMpro-modellen.

Jo högre RIM-värde desto större infektionsrisk finns det:
 0-100 = Lätt infektionsrisk
 100-300 = Måttlig infektionsrisk
 >300 = Hög infektionsrisk

Källa: Jordbruksverket, u.å.b



Figur 4. Så här kan en prognos över sekundär infektion av äppleskorv se ut. Gränser för lätt (light), måttlig (moderate) och hög (severe) infektionsrisk syns i grafen. Källa: Bio Fruit Advies, 2013

3.3. Växtförädling

3.3.1. Äppelförädling i Sverige

En viktig odlingsteknisk åtgärd är att välja rätt sorter (Sandskär, 2003a; Tahir, 2014), det vill säga sorter som har bra resistens mot skorv eller har god fältresistens mot svampen. För att kunna välja bra sorter som odlare är det viktigt med växtförädling av nya bättre äpplesorter. I Sverige sker förädling av äpple på SLU-Balsgård vid Kristianstad (Nybom & Rumpunen, 2014).

När en ny äpplesort skall tas fram tittar man på olika egenskaper hos olika föräldrasorter för att kunna kombinera två som förhoppningsvis för vidare sina goda egenskaper till avkomman (Nybom & Rumpunen, 2014). På Balsgård använder de sig främst av en svensk sort som redan är anpassad till det svenska klimatet och korsar denna med en utländsk sort som har någon egenskap man vill ha i den nya sorten, till exempel resistens mot skorv. Andra egenskaper som avkastning, lagringsbarhet, frukt kvalitet med mera tas även i beaktande vid val av de två olika sorterna som skall korsas.

De flesta äpplesorter är självsterila och har olika gener för detta. Äpplesorten ”Discovery” har till exempel generna S1 och S24, vilket betyder att den inte kan pollineras med andra äpplesorter som har dessa gener (Nybom, 2007). Har sorterna en gemensam gen är pollinering möjligt, men det blir sämre fruktsättning och därför är olika S-gener att föredra vid korsning av äpplesorter.

Ofta blir den svenska sorten ”mamma” och den utländske ”pappa” (Nybom & Rumpunen, 2014). Blomknoppar från ”pappasorten” plockas och ståndarknapparna avlägsnas för torkning och mals sedan för att få fram pollenet (Nybom, 2010; Nybom & Rumpunen, 2014). Efter att ”mammans” foder- och kronblad och ståndare tagits bort från den blomman som skall befruktas (för att göra blomman mindre attraktiv för pollinerade insekter), pollineras pistillen med ”pappans” pollen (ibid).

Efter befruktningen kommer frukt att bildas och man plockar fröna från äpplet (Nybom & Rumpunen, 2014). Dessa frön planteras sedan och efter ca 4-6 år kommer den första frukten från dessa plantor. En första utvärdering om smak med mera på frukten görs och de bästa exemplaren förökas genom ympning på grundstammar. Fler utvärderingar på frukten görs

avseende avkastning, problem med insekter och svampar, lagring, smak, utseende, konsistens, hälsotillstånd med mera. Är målet att få fram en skorvresistent sort kan man redan i groddplantstadiet testa resistens genom att spraya skorvsporer på bladen och sedan avläsa skorvangrepp några veckor senare (Nybom, 1992).

När växtförädling sker är det till en början växtförädlaren som bestämmer vilka selektioner som är bäst, men senare utförs konsumenttester för att se vad som går hem (Nybom & Rumpunen, 2014). Konsumenterna uttrycker sin åsikt om smak och utseende på äpplena, vilket tas i beaktande. Även yrkesodlare och odlare i plantskola bedömer frukten och träden. När de bästa selektionerna valts förökas dessa och yrkesodlare får exemplar att testodla. Om de nya sorterna får ett bra omdöme på planteras de i olika odlingszoner i landet för att se var de trivs och ger en god avkastning. Efter minst 20 år har nu en ny äpplesort kommit till.

3.3.2. Resistens

För att angrepp skall kunna undvikas i odlingen är det viktigt att växten är resistent, det vill säga den har olika strategier som hindrar svampen att infektera (Sandström & Twengström, 2002).

Växter kan ha olika resistensmekanismer, pre-existerande och inducerande (Sandström & Twengström, 2002). Pre-existerande är egenskaper som växten har som gör det svårare för svampen att infektera och ta sig in i växten som till exempel vax på bladen. Inducerad resistens betyder att växten startar försvarsmekanismer när svampen angriper, och ofta bildar växten ämnen som är giftiga för svampen.

Det finns olika sorters resistens, icke-värdväxtsresistens, specifik och ospecifik resistens (Sandström & Twengström, 2002). Icke-värdväxtsresistens innebär att svampen inte angriper arten eftersom det är "fel" värdväxt. Specifik resistens betyder att växten är resistent mot några raser av svampen men inte alla. Detta kan även kallas monogen resistens (kvalitativ) som till exempel resistensgenerna *Vf* och *Vm* (Sandskär, 2003b; Brown & Caligari, 2008). När växten har en ospecifik resistens innebär det att den är motståndskraftig mot alla raser av skadegöraren (Sandström & Twengström, 2002). Växten har då flera samverkande resistensgener det vill säga polygen resistens (kvantitativ), även kallad fältresistens (Sandskär, 2003b; Brown & Caligari, 2008).

3.3.3. Resistensgener och skorvraser

Redan i början av 1900-talet började sökning efter resistent sorter göras och korsningar med *Malus floribunda* genomfördes (Gessler & Pertot, 2012). På 1940-talet hittade man två selektioner som visade sig vara resistent mot äppleskorv (ibid). Dessa selektioner fortsatte att förädlas på, och man kunde se att resistensen gick i arv. Senare identifierades en resistensgen i dessa exemplar som kom att kallas *Vf*-genen (*V*=*Venturia* (från svampen) och *f*=*floribunda* (från äppleklonen)). Denna gen fungerade mycket bra i ca 40 år. Resistensbrott kom när man 1984 i Tyskland började observera skorvångrepp på den resistent sorten ”Prima” (Parisi m.fl. 1993; Gessler & Pertot, 2012). De sorter som bar på *Vf*-genen var fram till dess resistent mot de fem skorvraser man hittills känt till (Nybom, 2012). Resistensbrottet orsakades av den nya rasen 6 som beskrevs i Tyskland 1993 (Parisi m.fl. 1993) och av ras 7 som senare upptäcktes i England (Roberts & Crute, 1994). *Vf*-genen var efter det inte längre så effektiv. Idag finns det dock fler upptäckta resistensgener som skyddar mot angrepp från olika raser av svampen (Nybom, 2012; Vinquest, u.å). Det finns även resistensgener som bara skyddar mot en ras som till exempel *Vg* från ”Golden Delicious” som skyddar bara mot ras 1. Detta bygger på ett gen-till-gen förhållande där så kallade avirulensgener i svamprasen trigger igång ett försvar i äpplet som skyddar den mot vidare angrepp från svamprasen (Sandström & Twengström, 2002; Vinquest, u.å). Hittills har 19 stycken sådana förhållanden hittats. 2009 ändrade man även namnen från till exempel *Vf*- gen till *Rvi6*-gen och så vidare (Bus m.fl. 2009). Se gamla och nya namn i tabell 2.

Tabell 2. Gamla och nya namn på resistensgener. Källa: Vinquest, u.å

| | | | | | |
|------------|-------------|---------------|--------------|-------------|--------------|
| <i>Vg</i> | <i>Rvi1</i> | <i>Vfh</i> | <i>Rvi7</i> | <i>Vd</i> | <i>Rvi13</i> |
| <i>Vh2</i> | <i>Rvi2</i> | <i>Vh8</i> | <i>Rvi8</i> | <i>Vdr1</i> | <i>Rvi14</i> |
| <i>Vh3</i> | <i>Rvi3</i> | <i>Vdolgo</i> | <i>Rvi9</i> | <i>Vr2</i> | <i>Rvi15</i> |
| <i>Vh4</i> | <i>Rvi4</i> | <i>Va</i> | <i>Rvi10</i> | <i>Vmis</i> | <i>Rvi16</i> |
| <i>Vm</i> | <i>Rvi5</i> | <i>Vbj</i> | <i>Rvi11</i> | <i>Va1</i> | <i>Rvi17</i> |
| <i>Vf</i> | <i>Rvi6</i> | <i>Vb</i> | <i>Rvi12</i> | <i>V25</i> | <i>Rvi18</i> |

3.3.4. Resistensbrott och skorvraser i Sverige

Vid kartläggning i Sverige över skorvraser som finns kunde man se att raserna 1-3 var de mest förekommande (Sandeskär, 2003a). Ras 4 observerades på Balsgård i Kristianstad och i Kivik. Ras 5 förekom inte alls. Ras 6 hittades i Hallstahammar (utanför Stockholm) och 2002 hittades första gången i Sverige ras 7 i Kivik. Att man fann skorvras 6 och 7 innebär att resistensbrott mot äpplesorter som innehåller *Vf*-gener ökar. 2006 kunde man börja se skorv på *Vf*-resistenta sorter vid Kivik; och även senare i ekologiska odlingar trots att de behandlats med svavel under säsong (Nybom, 2012). Man kunde med hjälp av SSR (Simple Sequence Repeat) se att resistensbrottet liknade andra resistensbrott rent genetiskt som skett i världen. DNA från blad av sorten "Santana" och "Rubinola" blev undersökta.

De två *Vf*-resistenta sorterna "Fredrik" och "Frida" som blivit framkorsade i Balsgård mellan "Aroma" och amerikanska selektionen P.R.I. 1858/102 har än inte brutit sin resistens (Nybom, 2004; Tahir, 2014).

3.3.5. DNA-markörer i resistensförädling

Olika plantor angrips olika mycket fastän sjukdomstrycket är detsamma. Denna variation i mottaglighet kan kopplas till genetik genom att man använder så kallat DNA- markörer, det vill säga DNA-sekvenser som plantorna har eller inte har beroende på om de är mottagliga eller inte (Brown & Caligari, 2008; Nybom, 2012). Dessa markörer och närliggande DNA nedärvts från en generation till nästa. När en markör och en önskvärd egenskap som skorvresistens uppträder i samma planta kan man misstänka att denna markör finns nära den gen som påverkar egenskapen, det vill säga uppvisar plantan DNA-markören för en viss resistens så är det också sannolikt att den bär på motsvarande resistensgen.

En metod man kan använda för att analysera äpplesorter är RAPD analys (Random Amplified Polymorphic DNA) (Brown & Caligari, 2008). DNA upphettas så att det blir enkelsträngat. Nukleotider, enzymer och slumpvis valda primers (korta sekvenser av DNA) tillförs provet och binder in till det enkelsträngade DNA't där de matchar (T- kvävebas binder alltid till A, G- kvävebas binder alltid till C). Mellan två ställen på DNA't där primers bundit in kommer DNA't att uppföras exponentiellt, genom upprepade cykler av högre och lägre värme. Någonstans på DNA-strängen kanske en sekvens på 250 baspar uppföras, medan det någon annanstans uppföras en sekvens på 300 baspar och så vidare. Dessa sekvenser, som är olika

långa beroende på att DNA ser olika ut hos olika individer, överförs till en agarosgel för att sedan vandra i ett elektriskt spänningsfält. Kortare baspar vandrar längre och man får vad man brukar kalla ett DNA-fingeravtryck, det vill säga en rad band (=uppförökade DNA-fragment) som är unika för en individ eller en äppelsort. Om ett specifikt band uppträder i alla de sorter som man har sett haft en viss typ av resistens kan man säga att man hittat en markör för just den resistensgenen. RAPD-metoden har visat sig vara ostabil och om ett RAPD-band hittas måste dessa omvandlas till, till exempel en SCAR-markör (Sequence Characterized Amplified Regions) för att kunna användas i praktiken². Markörer kan användas för att till exempel analysera fröplantor för att på ett tidigt stadium i förädlingen kunna rensa ut de plantor som inte visar DNA-markören och därför troligtvis inte heller bär på resistensgenen (Kellerhals, 2009). Detta sparar både tid och plats i förädlingsarbetet. Samma typ av DNA-analys kan användas för att jämföra äpplen för att se om de kanske är av samma sort eller inte. Det finns också andra typer av DNA- markörer som till exempel RFLP (Restriction Fragment Length Polymorphism), AFLP (Amplified Fragment Length Polymorphism), SSR (Simple Sequence Repeat) och nyare metod som till exempel SNP (Single Nucleotide Polymorphism) (Maric m.fl. 2010).

När egenskaper styrs av alleler (varianter av gener) på ett locus (speciellt ställe på en kromosom) är det relativt okomplicerat att hitta DNA-markörer. Kvantitativ genetik innebär att egenskapen styrs av alleler på flera olika loci, QTLs (quantitative trait loci) (Brown & Caligari, 2008), vilket gör att det inte direkt går att avgöra vilka gener som ligger bakom. Resistensen uppstår av flera gener där varje gen kanske ger liten resistens eller kanske påverkas av miljön runt om för att ge en resistens (Lindhout, 2002). Polygen nedärvning sker inte på samma sätt som för monogena egenskaper, i stället tittar man på hur fördelningen av en viss egenskap ser ut inom till exempel en avkommepopulation (Brown & Caligari, 2008). När man har funnit en DNA-region som är involverad i uttrycket av en viss egenskap kan man försöka identifiera de gener inom regionen som styr egenskapen samt markörer som finns nära dessa gener.

² Larisa Gustavsson, SLU (muntlig källa 2016-03-15)

3.4. Alternativa fungicider

Förutom att tänka på att man ska växtförädla nya sorter för att försöka undvika äppleskorv så kan man även börja titta på om det finns andra alternativ som till exempel andra bättre fungicider mot äppleskorv som inte är så hälso- och miljöfarliga. Till exempel får kaliumbikarbonat användas i ekologisk fruktodling mot skorv enligt KRAV (KRAV, u.å.) och EU (Kommissionens genomförandeförordning (EU) nr 354/2014/EU, *OJ L 106, 9.4.2014*, s. 7–14). I Sverige kan dock detta inte användas då det inte finns några godkända växtskyddsmedel som innehåller kaliumbikarbonat (Jordbruksverket, 2015). Dock finns det växtskyddsmedel i andra länder som innehåller kaliumbikarbonat som till exempel fungiciden VitiSan (ibid). VitiSan är en produkt som kan användas både som förebyggande innan infektionen och kurativt 24 h efter infektion (BioFa, u.å.). Produkten får börja användas vid BBCH 74, och har bäst effekt vid blandning med vätbart svavel. 2,5 kg/ha per meter kronhöjd får användas. Produkten anses inte vara farlig, dock finns ingen toxikologisk och ekologisk information om produkten i säkerhetsdatabladet (BioFa, 2014).

Kaliumbikarbonat (KHCO_3) görs industriellt av koldioxid CO_2 och kaliumhydroxid (KOH) (Forschungsinstitut für biologischen Landbaue, 2006). Kaliumbikarbonatet anses inte vara farligt för människa och miljö. Bikarbonat används bland annat i mat som bakpulver. Kaliumbikarbonat används även i läkemedel.

I ett försök i Rumänien jämfördes tre olika metoder att behandla skorv (Mitre m.fl. 2009). Äppleträd besprutades med: 1. Kopparhydroxid 2. Vätbart svavel 3. Kaliumbikarbonat. Det fanns även en kontroll som inte behandlades. Äpplesorterna i experimentet var ”Golden Delicious”, ”Starkrimson”, ”Pinova”, ”Idared”, ”Granny Smith”, ”Gala” och ”Jonica”. I experimentet kunde man se att kaliumbikarbonat var mer effektivt än koppar och svavel. Bäst effekt från kaliumbikarbonatet mot skorv kunde man se i sorterna ”Pinova”, ”Idared” och ”Granny Smith” där det var mindre skorvangrepp.

Något år senare gjordes liknande experiment men då inkluderades även kaliumbikarbonat i blandning med kaliumsilikat utöver kopparhydroxid, vätbart svavel och kaliumbikarbonat (Mitre et al. 2010). Sorterna som testades var ”Jonathan”, ”Gala”, ”Jonagold”, ”Jonica”, ”Golden Delicious”, ”Idared”, ”Granny Smith” och ”Starkrimson”. Även i detta experiment visade det sig att kaliumbikarbonat vara det mest effektiva mot äppleskorv tillsammans med blandningen av kaliumbikarbonat och kaliumsilikat.

Tidigare har försök med kaliumbikarbonat blandat med vätbart svavel utförts i Nederländerna och man såg att kaliumbikarbonaten hade bra effekt mot äppleskorven (Trapman, 2008). Man kunde även se att kaliumhalten inte ökade i frukten.

4. Diskussion

För att undvika skorv angrepp är det vissa saker som bör göras. Till exempel bör man beskära träd på ett sådant sätt att de lättare torkar upp efter regn då svampen behöver väta för att infektera växten (Sandeskär, 2003a). Det handlar även om att efter säsongens slut sanera odlingen från infekterade blad för att smittan skall minskas nästkommande år (Sandeskär, 2003a; Tahir, 2014).

Att välja rätt sorter till odlingen är viktigt och att kombinera rätt sorter (Sandeskär, 2003a; Tahir, 2014). Detta för att inte resistens skall brytas och för alla träd skall bli pollinerade så de ger frukt. För att odlare skall kunna välja bra sorter att odla är det viktigt att växtförädlaren förädlar fram nya sorter som har hållbara resistenser. En väg är att fokusera på pyramidisering vilket innebär att man försöker bygga in flera resistensgener i samma sort så den får bättre motstånd mot sjukdoms angrepp (Nybom, 2004; Nybom, 2012). En annan väg är att hitta fler sorter med fältresistens (polygen resistens) som visat sig hålla bättre, de ger inte fullständig resistens men är motståndskraftiga (Nybom, 2004). Framställning av DNA-markörer för resistensgener kan underlätta i förädlingsarbetet då föräldrasorter lättare kan väljas (Kellerhals m.fl. 2009).

En viktig anledning att förädla fram nya resistent sorter är att kunna minska mängden fungicider i odlingen. Minskningen kan också ske med hjälp av odlingsprognoser för äppleskorv, där man som odlare ser när det finns risk för infektion eller inte och hur stor risken är, om den är låg, måttlig eller hög (Jordbruksverket, 2016b). Problem vid minskad bekämpning av skorv kan vara att andra svampsjukdomar ökar, då de hålls nere med hjälp av bekämpningsmetoder mot skorv³. Frukträdskräfta är ett exempel på en sådan sjukdom. Detta gör det svårt att helt ta bort fungicider från odlingen. Därför är det viktigt att hitta nya fungicider som är lika bra eller till och med effektivare mot svampen men som samtidigt har mindre negativ påverkan på människa och miljö. Exempel på det är till exempel kaliumbikarbonat som kanske kommer användas i framtiden i Sverige (Jordbruksverket, 2015).

³ Larisa Gustavsson, SLU (muntlig källa 2016-01-18)

5. Slutsats

För att försöka undvika skorvangrepp i äppelodling är det viktigt att tänka på följande:

- Odlingstekniska åtgärder som att avlägsna smittan genom att sanera odlingen från infekterade blad så de inte infekterar nästkommande år (Sandskär, 2003a; Tahir, 2014). Att beskära träden på ett sådant sätt att de lätt torkar upp efter regn så att svampsporer inte får chans att gro vidare, samt att välja rätt sorter (ibid.).
- Att använda odlingsprognos/skorvvarnare för att veta när bekämpning skall ske i odlingen, både för att använda så lite fungicider som möjligt och för att få en bättre bild över när infektion kommer ske så man är beredd som odlare (Jordbruksverket, 2016b).
- Förädla fram nya äpplesorter som tål det svenska klimatet och som har polygen resistens mot skorv eller pyramidisera resistensgener i nya sorter vilket ger bättre resistens mot fler skorvarter (Nybom, 2004; Nybom, 2012).

Det är svårt att sluta använda fungicider helt och hållet hur bra sorter man än förädlar fram. Detta bland annat på grund av att fungicider som används mot skorv även motverkar andra svampsjukdomar⁴. Resistensbrott sker även lättare om svampen får fäste på obesprutade mottagliga träd som sedan efter uppförökning kan attackera även de resistenta sorterna (Tahir, 2014). Därför är det av största vikt att hitta nya alternativ till fungicider. Exempel på detta är kaliumbikarbonat som även kan bli ett alternativ i Sverige i framtiden, då det redan används mycket i andra länder och får användas i ekologiska odlingar (Jordbruksverket, 2015).

⁴ Larisa Gustavsson, SLU (muntlig källa 2016-01-18)

Referenslista

- Apple Best Practice Guide. (u.å). *Apple scab*. <http://apples.ahdb.org.uk/apple-scab.asp> [2016-02-12]
- Bio Fruit Advies. (2013). *RIMpro User Manual*.
<http://www.biofruitadvies.nl/Downloads/RIMpro%20User%20Manual%202013.pdf>
[2016-02-16]
- BioFa. (2014). *Sicherheitsdatenblatt VitiSan*. <http://www.biofa-profi.de/de/sicherheitsdatenblaetter.html> [2016-02-10]
- BioFa. (u.å). *VitiSan*. <http://www.biofa-profi.de/en/products-info/vitisan.html> [2016-02-10]
- Brown, J. & Caligari, P. (2008). *An introduction to plant breeding*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Bus, V. & Rikkerink, E. & Aldwinckle, H.S. & Caffier, V. & Durel, C.E. & Gardiner, S. & Gessler, C. & Groenwold, R. & Laurens, F. & Le Cam, B. & Luby, J. & Meulenbroek, B. & Kellerhals, M. & Parisi, L. & Patocchi, A. & Plummer, K. & Schouten, H.J. & Tart. (2009). A proposal for the nomenclature of *Venturia inaequalis* races. *Acta Hort*, 814: 739-746. Tillgänglig: <http://www.actahort.org/members/showpdf?session=26717>
[2016-03-02]
- Cornell University. (u.å). *Mills Tables*. <http://www.fruit.cornell.edu/tfabp/mills.htm> [2016-02-16]
- Forschungsinstitut für biologischen Landbaue. (2006). *Use of potassium bicarbonate as a fungicide in organic farming*.
http://www.betriebsmittelliste.ch/fileadmin/documents/de/hifu/stellungnahmen/potassium_bicarbonate_organic.pdf [2016-02-10]
- Gessler, C. & Pertot, I. (2012). Vf scab resistance of Malus. *Trees*, 26: 95-108. Tillgänglig: <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs00468-011-0618-y> [2016-01-25]
- Jordbruksverket. (2015). *Växtskydd i ekologisk fruktodling*.
<http://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr228.html> [2016-01-27]
- Jordbruksverket. (2016a). <http://www.fruitweb.se/gem/stationer.aspx> [2016-02-10]
- Jordbruksverket. (2016-02-11b). *Prognos och varning för fruktodling*.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/tradgardsodling/frukt/prognosochvarning.4.32b12c7f12940112a7c800029028.html> [2016-02-20]

- Jordbruksverket. (u.å.a). *Äppleskorv – Venturia inaequalis*.
<http://www.fruitweb.se/gem/default.aspx?p=410> [2016-02-10]
- Jordbruksverket. (u.å.b). *RIMpro skorv*. <http://www.fruitweb.se/gem/default.aspx?p=520>
 [2016-02-10]
- Kellerhals, M. & Spuhler, M. & Duffy, B. & Patocchi, A. & Frey, J.E. (2009). Selection efficiency in apple breeding. *Acta Hort.* 814: 177-184. Tillgänglig:
<http://www.actahort.org/members/showpdf?session=13915> [2016-02-10]
- Kemikalieinspektionen.(2015-10-26f). *Behörighetsklasser för bekämpningsmedel*.
<http://www.kemi.se/hitta-direkt/bekampningsmedel/behorighetsklasser> [2016-03-01]
- Kemikalieinspektionen. (2016a). *Bekämpningsmedelsregistret – Sök via användningsområde*.
<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Anvaendningsomraade#5b80f481-4e9a-4796-7e03-e71617b5048b> [2016-02-10]
- KRAV. (u.å). *4.4 Växtskydd*. <http://www.krav.se/regel/44-vaxtskydd-2> [2016-02-20]
- Lindhout, P. (2002). The perspectives of polygenic resistance in breeding for durable disease resistance. *Euphytica*, 124: 217-226. Tillgänglig:
<http://link.springer.com/article/10.1023%2FA%3A1015686601404> [2016-01-25]
- Lundström, A. (2015). *Miljö- och humanpåverkan av svavel som fungicid vid ekologisk äppelodling*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för biosystem och teknologi/ Trädgårdingenjörsprogrammet. Kandidatarbete.
- Maric, S. & Lukic, M. & Cerovic, R. & Mitrovic, M. & Boskovic, R. (2010). Application of molecular markers in apple breeding. *Genetika*, vol 42: 359-375. Tillgänglig:
<http://www.doiserbia.nb.rs/img/doi/0534-0012/2010/0534-00121002359M.pdf> [2016-02-16]
- Mitre, I. & Mitre, V. & Sestras, R. & Pop, A. & Sestras, A. (2009). Potassium bicarbonate in preventing and control of apple scab. *Bulletin UASVM Horticulture*, 66(1).
 Tillgänglig:
https://www.researchgate.net/publication/228655706_Potassium_Bicarbonate_in_preventing_and_Control_Apple_Scab [2016-02-16]
- Mitre, V. & Mitre, I. & Sestras, A.F. & Sestras, R.E. (2010). New products against apple scab and powdery mildew attack in organic apple production. *Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj* 38 (3), 234-238. Tillgänglig:
<http://www.notulaeobotanicae.ro/index.php/nbha/article/viewFile/5456/5098> [2016-02-16]

- Nordiskt Alkali. (u.å). *Utvecklingsstadier äpplen*. http://www.nordiskalkali.se/wp-content/uploads/utvecklingsstadier_applen_1.pdf [2016-03-05]
- Nybom, H. (1992). *Äpplesorter för IFP-finns det?*. Kristianstad: Sveriges lantbruksuniversitet. (SLU Info Rapporter. Trädgård). Tillgänglig: http://www.vaxteko.nu/html/sll/slu/slu_info_rapp_tradg/IRT374/IRT374E.HTM [2016-03-16]
- Nybom, H. (2004). "Frida" and "Fredrik", the first scab-resistant apple cultivars developed in Sweden. *Acta Hort.* 663: 871-874. Tillgänglig: <http://www.actahort.org/members/showpdf?session=5307> [2016-01-17]
- Nyblom, H. (2007). *Fredrik – ny sort för ekologiska äppelodlare*. <http://ekolantbruk.se/pdf/15014.pdf> [2016-01-22]
- Nybom, H. (2010). *Äppelförädling på Balsgård*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. (LTJ-fakultetens faktablad 2010:23). Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/268201569_Appleforadling_pa_Balsgard [2016-01-25]
- Nybom, H. (2012). *Äppleskorp, resistensgener och resistensbrott*. Kristianstad: Sveriges lantbruksuniversitet. (LTJ-fakultetens faktablad 2012:27). Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/9053/7/nybom_h_120918.pdf [2016-01-22]
- Nybom, H. & Rumpunen, K. (2014). *Äppelförädling på Balsgård*. http://www.fbf.fi/ikaros/arkiv/2014-2-kost/nybom_rumpunen.pdf [2016-01-25]
- Parisi, L. & Lespinasse, Y. & Guillaumes, J. & Krüger, J. (1993). A new race of *Venturia inaequalis* virulent to apple with resistance due to the Vf gene. *Phytopathology* 83: 533-537. Tillgänglig: https://www.researchgate.net/publication/240594200_A_New_Race_of_Venturia_inaequalis_Virulent_to_Apples_with_Resistance_due_to_the_Vf_Gene [2016-02-16]
- Pettersson, M.-L. & Åkesson, I. (2011). *Trädgårdens växtskydd*. Stockholm: Natur & Kultur.
- Roberts, A.L. & Crute, I.R. (1994). Apple scab resistance from *Malus floribunda* 821 (Vf) is rendered ineffective by isolates of *Venturia inaequalis* from *Malus floribunda*. *Norw. J. Agric. Sci.* 17: 403-406.
- Sandskär, B. (2003a). *Apple scab (Venturia inaequalis) and pests on organic orchards*. Diss. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet.

- Sandskär, B. (2003b). *Resistens mot äppleskorv kartlagd*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet. (Fakta Trädgård. Nr 4 2003). Tillgänglig: <http://www.slu.se/Documents/externwebben/overgripande-slu-dokument/popvet-dok/faktatradgard/pdf03/Tr03-04.pdf> [2016-01-22]
- Sandström, M. & Twengström, E. (2002). *Växters resistens mot sjukdomar*. Uppsala: Sveriges lantbruksuniversitet. (Faktablاد om växtskydd. Jordbruk. 112 J). Tillgänglig: http://www.slu.se/Global/externwebben/nl-fak/ekologi/V%C3%A4xtskydd/faktablاد/Faktablاد_om_vaxtskydd_112J.pdf [2016-01-22]
- Svedelius, G. (2014). Växtpatogena svampar. I: Nilsson, U. & Kärnestam, E. & Sandskär, B. (red), *Växtskyddets grunder*. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet. Tillgänglig: http://pub.epsilon.slu.se/11944/7/nilsson_u_red_150225.pdf [2016-02-10]
- Tahir, I. (2014). *Fruktodling och efterskördshandling*. Växjö: Visionmedia Syd.
- Trapman, M. (2008). Practical experience with the use of Baking Powder (potassium bicarbonate) for the control of Apple Scab (*Venturia inaequalis*). I: Boos, M. (red.), *Ecofruit - 13th International Conference on Cultivation Technique and Phytopathological Problems in Organic Fruit-Growing* (pp.68-75). Weinsberg, Germany 18-20 februari. Tillgänglig: <http://orgprints.org/13646/> [2016-02-10]
- Vinquest. (u.å). *Nomenclature of Venturia inaequalis races*. <http://www.vinquest.ch/nomenclature/nomenclature.htm> [2016-02-20]

Bilaga 1

Källor till Tabell 1:

Kemikalieinspektionen. (2015a). *Delan WG*.

<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=9260&produktVersionId=9259> [2016-03-05]

Kemikalieinspektionen. (2015b). *Kumulus DF*.

<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=2750&produktVersionId=14804> [2016-03-05]

Kemikalieinspektionen. (2015c). *Scala*.

<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=9502&produktVersionId=9501> [2016-03-05]

Kemikalieinspektionen. (2015d). *Syllit 544 SC*.

<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=12365&produktVersionId=12365> [2016-03-05]

Kemikalieinspektionen. (2015e). *Topas 100 EC*.

<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=6297&produktVersionId=14169> [2016-03-05]

Kemikalieinspektionen. (2016b). *Candit*.

<http://webapps.kemi.se/BkmRegistret/Kemi.Spider.Web.External/Produkt/Details?produktId=9224&produktVersionId=14848> [2016-03-05]