



Mindre förluster, bättre kvalitet i ekologisk äppelodling

– steget mellan forskning och praktisk handling

Less losses and better fruit quality in organic apples

- the step between research and practical action

Tillväxt Trädgård

Marie Olsson, Karl-Erik Gustavsson, Ibrahim Tahir

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Rapport 2019:1

ISBN 978-91-576-8960-3

Alnarp 2019



LANDSKAPSARKITEKTUR
TRÄDGÅRD VÄXTPRODUKTIONSVETENSKAP
Rapportserie

Mindre förluster, bättre kvalitet i ekologisk äppelodling – steget mellan forskning och praktisk handling

Less losses and better fruit quality in organic apples
- the step between research and practical action

Tillväxt Trädgård

Marie Olsson, Karl-Erik Gustavsson, Ibrahim Tahir

Institutionen för växtförädling, SLU Alnarp

Tillväxt Trädgård

Tillväxt Trädgård är ett samarbete mellan akademi och näringsliv med syfte att skapa tillväxt och hållbar utveckling i trädgårdsnäringen. Större parter är SLU, LRF Trädgård och flera Hushållningssällskap. Andra parter är Cascada, Grön Kompetens, Lovang Lantbrukskonsult och Virgo Grön Konsult. Projektet finansieras även av Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling.
www.tillvaxttradgard.se



Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Abstract (eng.)	5
1. Bakgrund	6
2. Material och metod	8
2.1. Behandling med tymol-eugenol på fält	8
2.2. Spårning av smittkällor	9
2.3. Statistik	9
3. Resultat	10
3.1. Behandling på fältet	10
3.1.1 Effekt på avkastning och fruktvikt	10
3.1.2 Effekt på fruktqualität vid skörd	10
3.1.3. Effekt på spontant uppkomna svampangrepp under lagring	11
3.1.4. Effekt på fruktqualität under lagring	14
3.2. Etiologin av lagringssjukdomar hos äpplen	14
3.2.1. Mumifierade frukter som smittkällor	14
3.2.2. Vind, regnvatten och insekter som smittkällor	15
3.2.3. Fallfrukt och nedfallna kart som smittkällor	15
3.2.4. Trädstatus	15
3.2.5. Fruktpositionen påverkar tolerans mot svampangrepp	18
4. Diskussion och slutsatser	18
Referenser	21

Sammanfattning

Svampsjukdomar leder ofta till en kraftigt reducerad produktivitet i ekologisk äppelodling jämfört med IP-odling. Detta beror främst på att det inte finns några kemiska medel som är godkända för kontroll av lagringssjukdomar innan eller efter skörd. Ett av målen för detta projekt har varit att utveckla ett preparat baserat på naturligt förekommande skyddsämnen som kan motverka svampsjukdomarna och som kan användas även i ekologisk fruktodling. Ett grundläggande krav för att använda och lyckas med ekologiskt växtskydd är att kunskap om skadegörarnas biologi, smittkällor och spridningsperiod finns tillgängligt. Detta projekt syftar därför också till att öka den idag bristfälliga kunskapen om skadegörare och göra denna kunskap tillgänglig för rådgivare och odlare.

Resultaten i projektet visade att en blandning av växtolja tymol och eugenol har en god effekt på lagringspotential av ekologiska äpplen vid behandling i fält (en gång per månad under säsongen). Denna behandling minskade naturligt svampangrepp under lagring utan att orsaka någon negativ effekt på skörden eller fruktqualitet (mjukhet, smak och utseende). Vidare visade våra resultat att viktiga smittspridningskällor är mumifierade frukter som lämnats kvar på träden, liksom fallfrukt och nedfallna kart som ligger på marken under träden. Regnvatten, kräfta, vind och insekter bidrar troligen också till smittspridning. Frukt från överdelen av träd hade bättre tolerans mot svampangrepp.

Abstract

Fungal diseases often lead to a greatly reduced productivity in organic apple cultivation compared with IP cultivation. This is mainly due to lack of chemical agents approved for the control of storage diseases before or after harvest. One of the objectives of this project has been to develop a preparation based on naturally occurring protective substances that can counteract fungal diseases, and which can also be used in organic fruit cultivation. A basic requirement for using and succeeding in organic plant protection is that knowledge about the biology, infectious agents and spread of harmful organisms is available. This project therefore also aimed at increasing today's insufficient knowledge of harmful pathogens and making this knowledge available to advisors and growers.

The results in the project showed that a mixture of the plant oils thymol and eugenol has good effect on the storage potential of organic apples during field treatment (once a month during the season). This treatment reduced natural fungal attack during storage without causing any adverse effect on the harvest or fruit quality (softness, taste and appearance). Furthermore, our findings showed that important sources of infectious spreading are mummified fruits left on the trees, as well as drop-fruit and fallen unripe fruit lying on the ground under the trees. Rainwater, European canker, wind and insects are also likely to contribute to the spread of infection. Fruit from the top of the tree had better tolerance to fungal attacks.

1. Bakgrund

Den svenska ekologiska fruktodlingen har svårt att få lönsamhet i produktionen. Svampsjukdomar hos äpple, i odling och i lager, är en av de huvudsakliga anledningarna till att den bristande lönsamheten (Tahir, 2014). Trots att det idag finns en ökande efterfrågan av svensk ekologisk frukt är det med nuvarande avkastning och kvalitetsbrister svårt att få god ekonomi för odlarna, vilket också avhåller fler odlare från att satsa på ekologisk odling. I Europa har svampsjukdomar ökat betydligt under de senaste decennierna, sannolikt på grund av den globala uppvärmningen (Amiri *et al.* 2008). Allt större problem i Sverige kan förväntas med klimatförändringarna, då temperaturen ökar, och troligen ökar även nederbörd och luftfuktighet under slutet av vegetationsperioden, vilket gynnar tillväxt av svampsjukdomar. Det finns för närvarande inga effektiva kemiska medel som är godkända inom ekologisk odling för kontroll av lagringssjukdomar hos äpple.

Vissa naturligt förekommande skyddsämnen kan hämma tillväxten av svamp hos äpple (Neri *et al.*, 2009). Många växtoljor från kryddor och örter, som ofta används i vår dagliga kost, kan också hämma svampangrepp. Essentiella oljor (EO), som i kryddor ger smak till mat, innehåller även ämnen som motverkar bakterie- och svamptillväxt (Romanazzi *et al.*, 2007). EO består av olika terpenoider, bl.a. sequiterpener och diterpener, som har många olika funktionella grupper som alkoholer, aldehyder, acykliska estrar och laktoner (Tajkarimi *et al.*, 2010). Tymol har i en sammanställning visats motverka svamptillväxt, och även innefattande synergieffekt med eugenol (Yu *et al.*, 2009). Tymol och eugenol är godkända inom EU som växtskyddsmedel (Kommissionens genomförandeförordning (EU) nr 546/2013 och nr 568/2013).

SLU har genomfört projekt (finansierade av SLF, Partnerskap Alnarp samt Wiklands fond) som visar goda resultat för några av de metoder som har undersökts. Genom att spruta träderna i odlingen med thymol/eugenol kunde naturligt svampangrepp hos frukten reduceras med 60 % efter lagring. Målsättningen i det förevarande projektet var att ta vara på de bästa metoderna som har utvecklats i tidigare projekt, och göra ett större försök, för att nyttiggöra tidigare resultat och överbrygga steget ut till praktisk odling. Metoder utvecklade i tidigare projekt behöver anpassas för att kunna utföras effektivt i kommersiell odling.

Ett grundläggande krav för att använda och lyckas med ekologiskt växtskydd är att kunna identifiera skadegörare som finns i odlingen och skaffa sig kunskaper om deras biologi, smittkällor, spridningsperiod och de faktorer som ökar eller hämmar angrepprisken. Idag finns inte tillräcklig kunskap om detta hos rådgivare och odlare för att kunna begränsa de skadliga effekterna av de vanligaste svampsjukdomarna. Fruktmögel (*Monilinia fructigena* eller *Monilia laxå*), gråmögel (*Botrytis cinerea*), grönmögel (*Penicillium expansum*), bitterröta, (*Colletotrichum gloeosporioides* eller *C. acutatum*) samt den lagringssjukdom som tidigare kallades *Gloeosporiumröta*, är de mest skadliga svamparsjukdomarna i svensk frukt (Tahir, 2014). Nyligen visade en studie att det mesta av *Gloeosporiumröta* kan orsakas av en av de tre svamparterna *Neofabrea perennans*, *Neofabrea alba* eller *Neofabraea malicorticis* (Spotts *et al.*, 2009).

Tidigare projekt har undersökt hur smittspridningen sker av de vanligaste svampsjukdomarna idag, och data har samlats in om förekomst av de olika svamparna, liksom deras konidier som de sprids med. Ur dessa data har en bild börjat formas rörande spridningen av smittan för de olika svamparna,

och deras förekomst på blad, mumiefukt, fallfrukt mm. under de olika delarna av odlingssäsongen. Denna bild är dock ännu ofullständig, och det behövs mer underlag för att säkrare kunna säga vilka de *huvudsakliga* smittvägarna är. I detta projekt undersöktes därför olika möjliga smittvägar för att kunna utarbeta råd för skötsel för att minimera smittspridning av de vanligaste patogenerna.



Bild 1. I detta projekt undersöktes effekter av behandling av 'Amorosa' med en blandning av tymol och eugenol avseende uppkomst av lagringsskador orsakade av svampsjukdomar. Vidare undersöktes i odlingar av 'Amorosa' och 'Rubinola' möjliga smittspridningsvägar för de vanligaste växtpatogenerna som orsakar skador på frukter under lagring.

2. Material och metod

2.1. Behandling med tymol-eugenol på fält:

- Sjuttioåtta träd av 'Amorosa' valdes ut i en ekologisk odling (Kiviks musteri, Kivik) under 2017 och delades in i tre block. Träden sprutades med antisvampmedlet (en blandning av tymol (45 mg/l) - eugenol (3 g/l)) i juni, juli, augusti och september (350 ml per träd vid varje sprutningstillfälle).
- Sjuttioåtta träd av 'Amorosa' valdes ut i samma ekologiska odling och lämnades utan behandling som kontroll.
- Fallna kart och frukter samlades och togs bort under sommaren för att minska smittrisen.
- Alla behandlade och obehandlade träd skördades var för sig vid den optimala skördetidpunkten, dvs. när Streif index var 0,16 - 0,18 (Tahir, 2006). Frukten vägdes och räknades. Femton frukter från varje block valdes slumpvis ut för kvalitetsbedömning (fasthet, sockerhalt, stärkelsenedbrytning, färg och utseende). Arton plastlådor per försöksled (varje låda innehöll 75 frukter) flyttades till Äppelriket, nio av dem förvarades i kylklagring (2 °C och 85 % relativ luftfuktighet) och de andra nio plastlådorna lagrades i ULO lagring (2 kPa syre och 2 kPa koldioxid, 2 °C och 85 % relativ luftfuktighet) under fem månader. Därefter togs lådorna ut från lagring och fysiologiska skador samt spontant uppkomna svampangrepp bedömdes (Tahir, 2014).
- Den optimala skördetidpunkten bestämdes på 10 frukter två gånger per vecka under de första tre veckorna av september, enligt Streif index (fasthet/(löslig torrsubstans x stärkelsenedbrytning)).
- Fruktfärg mättes med en färgmätare (Minolta), där L värde är färgens ljushet, positivt a-värde betecknar mängd rött som ingår, och ett positivt b-värde betecknar mängd gult som ingår medan färgindex är $(a * 1000)/(b * L)$ (Camelo & Gomez, 2004). Fastheten bedömdes med penetrometer, löslig torrsubstans med refraktrometer och stärkelsenedbrytning med jod-test. Frukutseende bedömdes enligt en skala där 1 betecknade mycket dåligt utseende och 10 var mycket bra utseende.
- Fruktkvalitet bedömdes vid två tillfällen (efter skörd och efter lagring) på 45 frukter/led.

2.2. Spårning av smittkällor

- **Mumifierade frukt som smittkällor:** Fyra träd med mumifierade frukter, vardera av 'Amorosa' och 'Rubinola', markerades i början av säsongen, i Kivik respektive i Malmö. De markerade träden, och två avgränsade träd, plockades vid skördetidpunkten, lagrades i kylagring (som ovan) och spontant uppkomna svampangrepp bedömdes efter lagring.
- **Vind, regn och insekt som smittkällor:** Tio 'Amorosa'-träd i Kivik och 10 'Rubinola'-träd i Malmö utvaldes. Ett skott per träd täcktes med plastskydd under 90, 75, 60, 45, 30 respektive 15 dagar innan skörd. Frukter från täckta skott plockades under deras optimala skördetidpunkt och lagrades i kylagring (2 °C och 85 % relativ luftfuktighet) under fem månader. Spontant uppkomna svampangrepp bedömdes efter lagring.
- **Fallna frukt och kart som smittkällor:** 30 träd i var och en av två ekologiska äppelodlingar ('Amorosa' i Kivik och 'Rubinola' i Malmö) valdes ut och delades in i två grupper. Varannan vecka rensades ruttna och fallna kart bort från trädraden i den första gruppen, medan trädraden i den andra gruppen lämnades utan åtgärd. Frukter från båda grupperna plockades vid deras optimala skördetidpunkt och lagrades i kylagring (2 °C och 85 % relativ luftfuktighet) under fem månader. Spontant uppkomna svampangrepp bedömdes efter lagring.
- **Sjuka träd (kräfta) som smittkällor:** Sex sjuka träd och sex friska träd valdes i båda odlingar ('Amorosa' i Kivik och 'Rubinola' i Malmö). Två rör fixerades på varje träd. Regnvatten samlades i rören och hämtades in för kontroll varannan vecka, varvid innehållet av svamppatogener i det insamlade vattnet kontrollerades (enligt koloni- och konidium-morfologi). Frukter från träden plockades vid deras optimala skördetidpunkt och lagrades i kylagring (2 °C och 85 % relativ luftfuktighet) under fem månader. Spontant uppkomna svampangrepp bedömdes efter lagring.
- **Effekten av fruktposition på träd:** Tio träd valdes i båda odlingar ('Amorosa' i Kivik och 'Rubinola' i Malmö). Fyra positioner på varje träd (den övre delen; öst och väst samt den nedre delen; öst och väst) markerades. Frukter från varje position plockades för sig vid deras optimala skördetidpunkt och lagrades i kylagring (2 °C och 85 % relativ luftfuktighet) under fem månader. Spontant uppkomna svampangrepp bedömdes efter lagring.

2.3. Statistik

En komplett randomiserad design användes för alla experiment och resultaten utvärderades i ett antal variansanalyser. För fältförsöken användes tvåvägs-variansanalyser. Förekomst av signifikanta skillnader mellan olika försöksled undersöktes med Tukey's test ($\alpha = 0,05$). Data från försöken för smittkällor analyserades med envägs-variansanalyser. Förekomst av signifikanta skillnader mellan olika försöksled undersöktes med LSD-test ($\alpha = 0,05$). Alla beräkningar utfördes med hjälp av Minitab 17.2.4.0 (Minitab Ltd., PA, USA).

3. Resultat

3.1. Behandling på fältet:

3.1.1. Effekt på avkastning och fruktvikt

Besprutning av 'Amorosa'-träden med tymol-eugenol påverkade varken träдавkastningen eller fruktvikten (Tabell 1). Trädavkastningen (ca 4,5 kg) ligger inom produktionsnivåer i ekologisk äppelodling i Sverige (SJV, 2008).

Tabell 1. Effekt av behandling med nya bekämpningsmedel (tymol-eugenol) på träдавkastning och fruktvikt för 'Amorosa', 2017.

Behandling	Skörd (kg)	Fruktvikt (g)
Tymol-eugenol	4,480 ± 2,26 a ^z	148,1 ± 45,2 a
Kontroll (ej behandling)	4,399 ± 2,38 a	143,6 ± 45,6 a
<i>P</i>	0,825 ns	0,550 ns

Tymol 45 mg /l och eugenol 3 g per liter. Varje träd sprutades med 350 ml. z. Resultat ±SD, n=75. Värden som åtföljs med olika bokstäver inom samma kolumn visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$.

3.1.2. Effekt på fruktqualität vid skörd

Frukt från träden som behandlades med tymol-eugenol hade mindre täckfärg och därefter lägre färgindex jämfört med frukt från obehandlade träd (Tabell 2.A). Det kan tillskrivas till effekten av tymol-eugenol på täckfärgsuppkosten under fruktutveckling. Trädbesprutningen visade varken effekt på fruktfastheten eller på fruktsockerinnehåll (Tabell 2.B). Frukt från behandlade träd hade bättre utseende, kanske p.g.a. högre ljushet och mindre skador (Tabell 2.B).

Tabell 2. Effekt av fältbehandling med nya bekämpningsmedel (tymol-eugenol) på fruktqualität vid skörd för 'Amorosa', 2017.

2.A. Effekt på fruktfärg

Behandling	Grundfärg	Täckfärg	L	a	b	Färgindex
Tymol-eugenol	5,7±1,1 a	55,9±16,1 b	60,3±5,7 a	5,7±10,0 a	33,1±5,3 a	3,7±5,4 a
Kontroll	6,1±1,1 a	62,8±12,9 a	58,3±5,1 a	7,8± 7,8 a	30,7±3,8 b	5,2±5,9 a
<i>P</i>	0,08	0,026	0,082	0,256	0,013	

2.B. Effekt på fasthet, smak och utseende

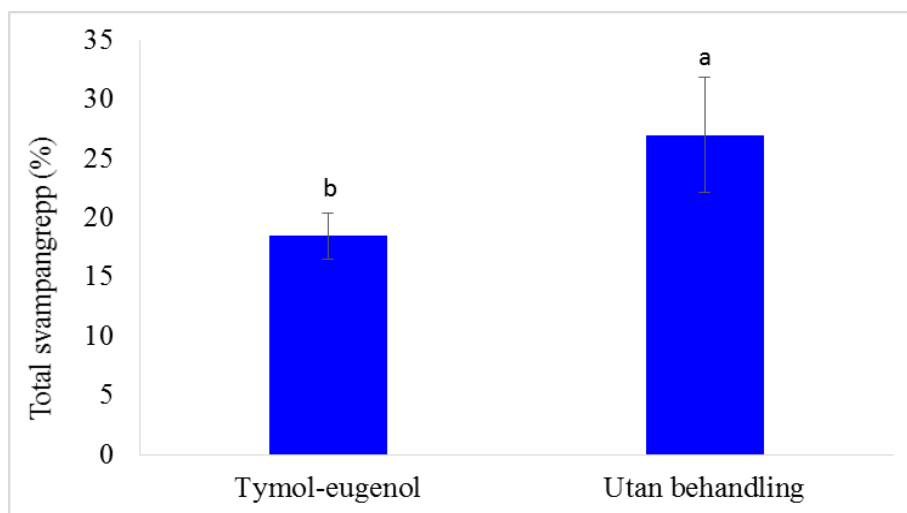
Behandling	Fasthet (kg/cm ²)	Brix (%)	Utseende (1-10)
Tymol-eugenol	7,4±0,8 a	11,8±0,8 a	8,3±0,6 a
Kontroll	7,3±0,8 a	12,1±1,3 a	6,5±0,4 b
<i>P</i>	0,889	0,279	0,005

Resultat ±SD, n= 45, Värden som åtföljs med olika bokstäver inom samma kolumn visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$. Färgindex = $(a * 1000) / (b * L)$

3.1.3. Effekt på spontant uppkomna svampangrepp under lagring

Behandling av träd med blandningen av de två växtolja (tymol och eugenol) reducerade spontant uppkomna svampangrepp under kylagring med 40 % jämfört med frukt från obehandlade träd (Fig.1).

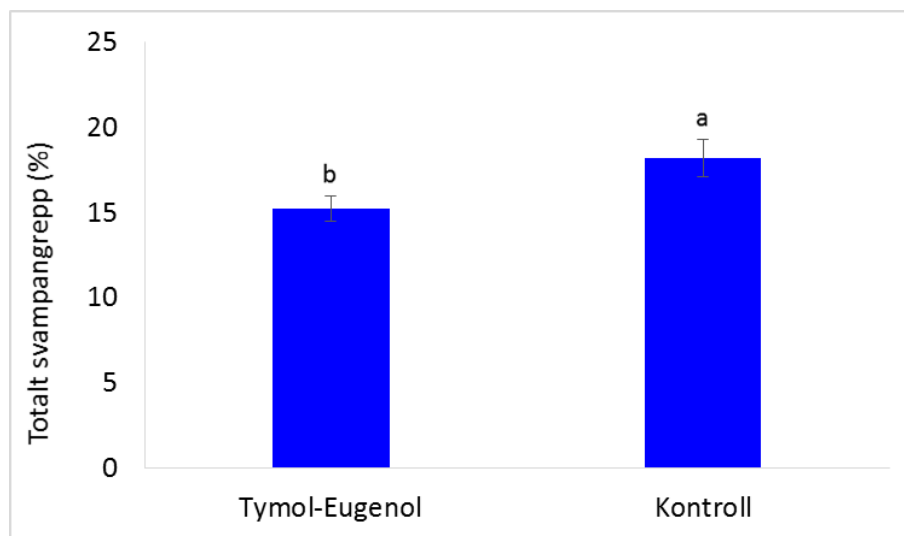
Fig. 1. Behandling med tymol-eugenol minskade naturligt svampangrepp under kylagring för 'Amorosa', 2017, (n= 675, $P \leq 0,000$).



Resultat ±SD, Staplar betecknade med olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$.

Behandling av träd med blandningen av de två växtolja (tymol och eugenol) minskade spontant uppkomna svampangrepp under ULO-lagring med 16,5 % jämfört med frukt från obehandlade träd (Fig.2).

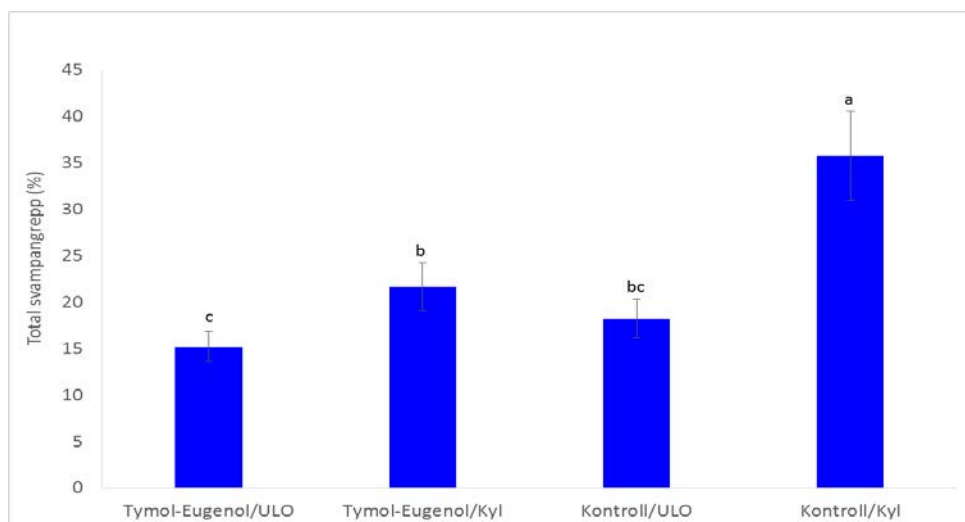
Fig. 2. Behandling med tymol-eugenol minskade naturligt svampangrepp under ULO-lagring för 'Amorosa', 2017, (n= 675, $P \leq 0,003$).



Resultat \pm SD, staplar betecknade med olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$.

Lägsta förlust p.g.a. svampangrepp erhöles för frukt från träd som hade behandlats med tymol-eugenol och därefter lagrats i ULO eller kylagring (Fig. 3). Frukt från obehandlade träd som lagrades i kylagring visade de högsta förlusterna (Fig. 3). Obehandlade frukter som lagrades ULO visade också mindre uppkomst av svampangrepp i jämförelse med frukter som var obehandlade och kylagrade (Fig. 3).

Fig. 3. Antipatogeneffekt av nytt bekämpningsmedel (tymol-eugenol) på naturligt svampangrepp under lagring för 5 månader för 'Amorosa', 2017 (n= 675, $P \leq 0,000$).



Resultat \pm SD, staplar betecknade med olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$.

När spontant uppkomna svampangrepp utvärderades, ägnades speciell uppmärksamhet åt sex olika lagringssjukdomar: lenticellröta (*Neofabraea* sp.), bitterröta (*Colletotrichum* sp.), grönmögel (*P. expansum*), fruktmögel (*M. fructigena*), gråmögel (*Botrytis cinerea*) och gummiliknade mögel (*Phacidiopycnis washingtonensis*):

Lenticellröta orsakade svampangrepp på ca 16 % av obehandlade frukter efter kylagring och var den mest destruktiva skadegöraren. Behandling med tymol-eugenol hade stor effekt; skadorna minskade med 50 % jämfört med kontrollbehandling. ULO-lagring förbättrade inte behandlingseffekten signifikant på svampangrepp (Tabell 3).

Bitterröta orsakade svampangrepp på ca 13 % av obehandlade frukter efter kylagring och var den skadegörare som gjorde näst mest skada. Behandling med tymol-eugenol hade positiv inverkan, då svampangreppet blev 23 % lägre än kontroll. ULO-lagring förbättrade behandlingseffekten på angreppet av denna svamp (Tabell 3).

Gråmögel gjorde förhållandevis liten skada, och orsakade svampangrepp på ca 4 % av obehandlade frukter i kylagring. En kombination av tymol-eugenol behandling och ULO-lagring stoppade nästan helt skadan (Tabell 3). Behandling med tymol-eugenol och lagring i kylager minskade uppkomsten av gråmögel med 30 % (Tabell 3).

Grönmögel, fruktmögel och gummiliknade mögel var inte allvarliga problem under denna säsong i denna odling (Tabell 3).

Tabell 3. Antipatogeneffekt av behandling med nya bekämpningsmedel (tymol-eugenol) på uppkomsten av olika svampangrepp (%) för 'Amorosa', 2017 (n=675).

Behandling	P	N	C	M	B	Pw
T-E i ULO lagring	0,0±0,0 a	6,9±0,9 b	7,0±1,2 b	0,6±0,7 a	0,4±0,5 c	0,3±0,5 a
T-E i kylagring	0,4±0,7 a	8,1±4,1 b	9,6±4,2 ab	0,6±0,7 a	2,8±1,8 b	0,2±0,4 a
Obehandlade i kylagring	0,9±1,2 a	16,1±5,6 a	12,9±4,2 a	1,2±1,1 a	4,0±2,1 a	0,7±0,7 a
<i>P</i>	0,140	0,000	0,002	0,297	0,000	0,530

Resultat ±SD, värden som åtföljs av olika bokstäver inom samma kolumn visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$. T-E = tymol 45 mg /l och eugenol 3 g per liter. P. *Penicillium expansum*, N. *Neofabraea* sp., C. *Colletotrichum* sp., M. *Monilinia fructigena*, B. *Botrytis cinerea*, Pw. *Phacidiopycnis washingtonensis*.

3.1.4. Effekt på fruktqualität under lagring

Behandling av träden med tymol-eugenol påverkade fruktfärgen endast när frukten lagrades i ULO. Behandlingen förbättrade fruktutseende, fasthet och sockerhalt efter lagring jämfört med obehandlade frukter, vare sig de lagrades i ULO- eller i kylagring (Tabell 4). Frukt från behandlade träd tappade 27 % respektive 36 % av sin fasthet när de lagrades i ULO respektive kylagring. Frukt från obehandlade träd tappade mer än 40 % av sin fasthet när de lagrades i kylagring (Tabell 2B och 4).

Tabell 4. Effekt av fältbehandling med nya bekämpningsmedel (tymol-eugenol) på fruktqualität efter lagring för 'Amorosa', 2017.

Behandling	Grundfärg 1-9	Täckfärg %	Färgindex	Utseende 1-9	Fasthet kg/cm ²	Brix %
T-E i ULO	6,4±0,7 a	69,3±12,6 a	6,1±7,8 a	8,4 ± 0,7 a	5,4 ± 0,7 a	12,4 ± 1,1 a
T-E i kyl	6,1±0,7 a	65,3±16,1 a	2,0±3,3 b	6,4 ± 1,4 b	4,7 ± 0,4 b	11,4 ± 0,7 b
Kontroll i kyl	6,4±0,7 a	60,2±13,0 a	1,6±4,0 b	5,3 ± 1,4 c	4,4 ± 0,5 c	10,2 ± 0,8 c
<i>P</i>	0,068	0,862	0,007	0,000	0,000	0,000

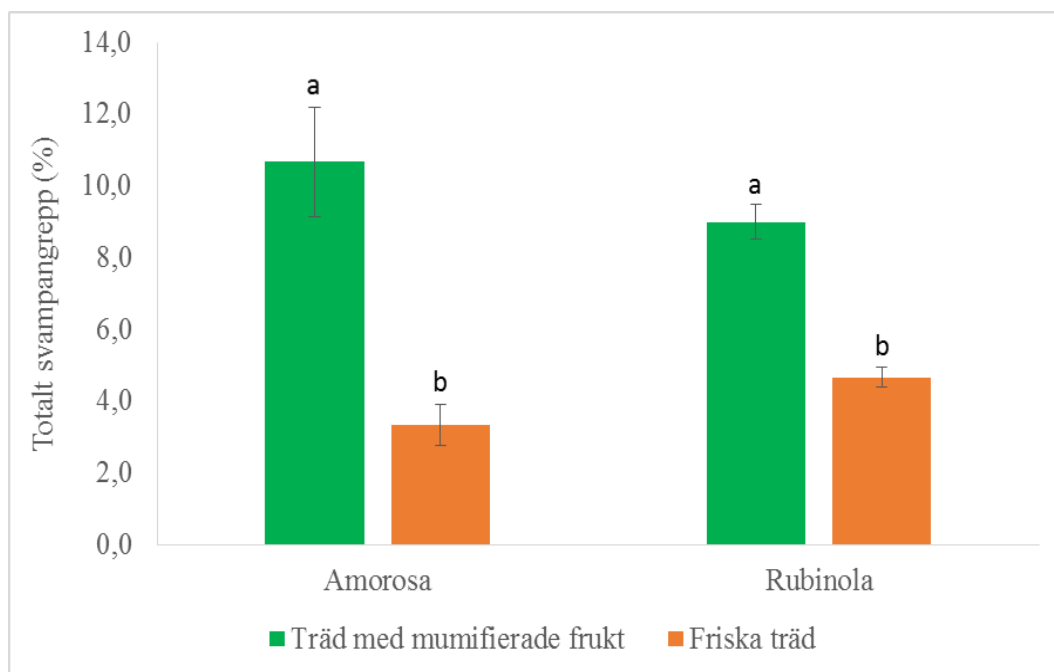
Resultat ±SD, n= 30, värden som åtföljs med olika bokstäver inom samma kolumn visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$. Färgindex = $(a*1000)/(b * L)$.

3.2. Etiologin av lagringsjukdomar hos äpplen

3.2.1. Mumifierade frukter som smittkällor

Mumifierade frukter som lämnas på trädet från föregående säsong spelar en viktig roll som smittkälla p.g.a. konidiumspridning. Frukter från träd med mumifierade frukter drabbades av mer naturligt svampangrepp jämfört med frukter från träd utan dessa; en ökning med 69 % i 'Amorosa' och 48 % i 'Rubinola' (Fig. 4).

Fig.4. Mumifierade frukter kan vara en smittkälla för svampangrepp (2017, Kivik och Malmö).



Resultat \pm SD, $n=6$, P för 'Amorosa' är $\leq 0,018$ och för 'Rubinola' är $\leq 0,003$. Staplar, för varje sort, betecknade med olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$. "Friska träd" = träd där alla mumiefrukter hade tagits bort, samt två angränsande träd.

3.2.2. Vind, regnvatten och insekter som smittkällor

Frukt på skotten som täckts senare på säsongen (15 - 30 dagar innan skörd) visade bättre tolerans mot naturligt svampangrepp jämfört med otäckta frukter eller frukter från skotten som täckts tidigare på säsongen (längre än 42 dagar) (Fig. 5). Detta kan möjligen betyda att augustimånaden är den kritiska perioden för infektionen. Tidigare täckning kan troligen minska fruktandning, öka temperaturen och fuktighet runt frukten och därmed minska frukttolerans mot svampangrepp.

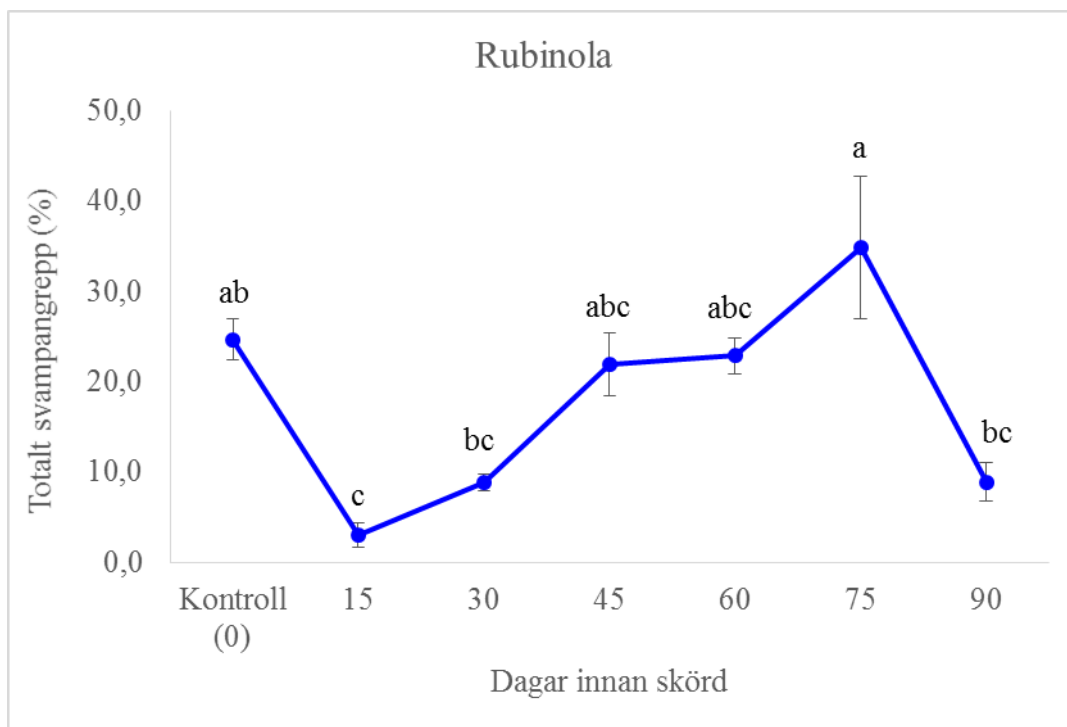
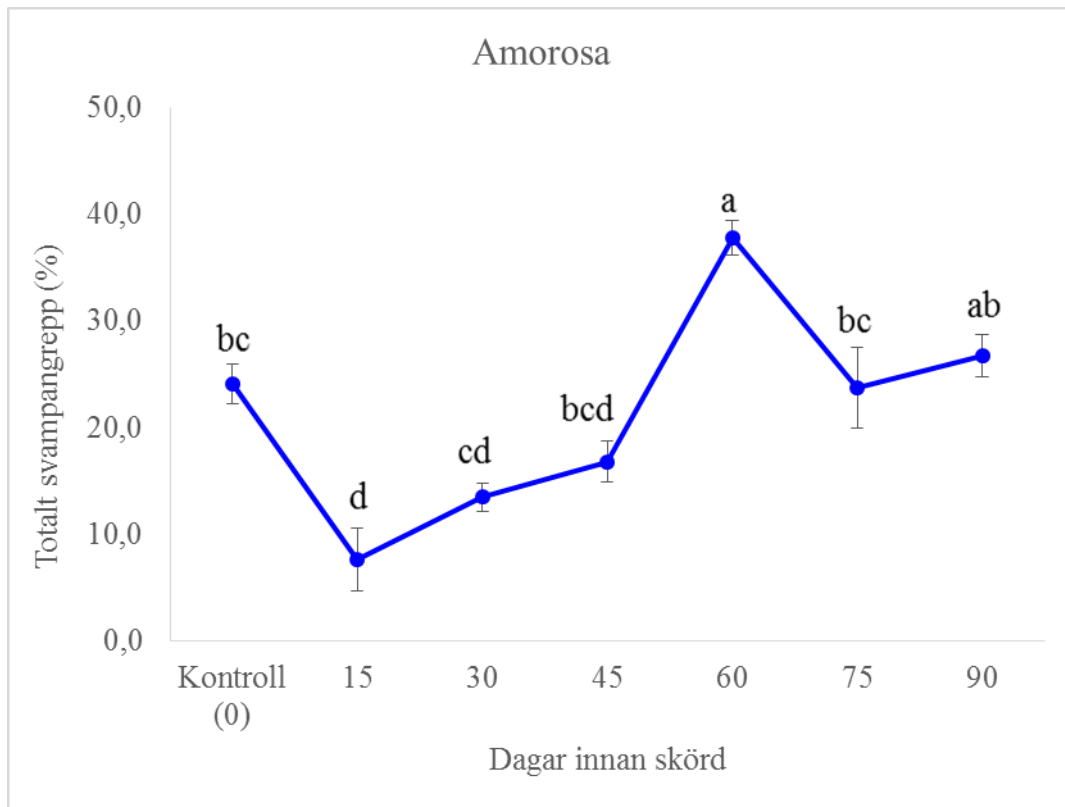
3.2.3. Fallfrukt och nedfallna kart som smittkällor

Frukt från träd där fallfrukt och nedfallna kart hade tagits bort varannan vecka i säsongen, uppvisade mindre naturligt svampangrepp för 'Amorosa' och 'Rubinola' under lagring, i jämförelse med frukt från träden där fallna kart och frukter inte samlades och tagits bort under säsongen (Fig. 6).

3.2.4. Trädstatus

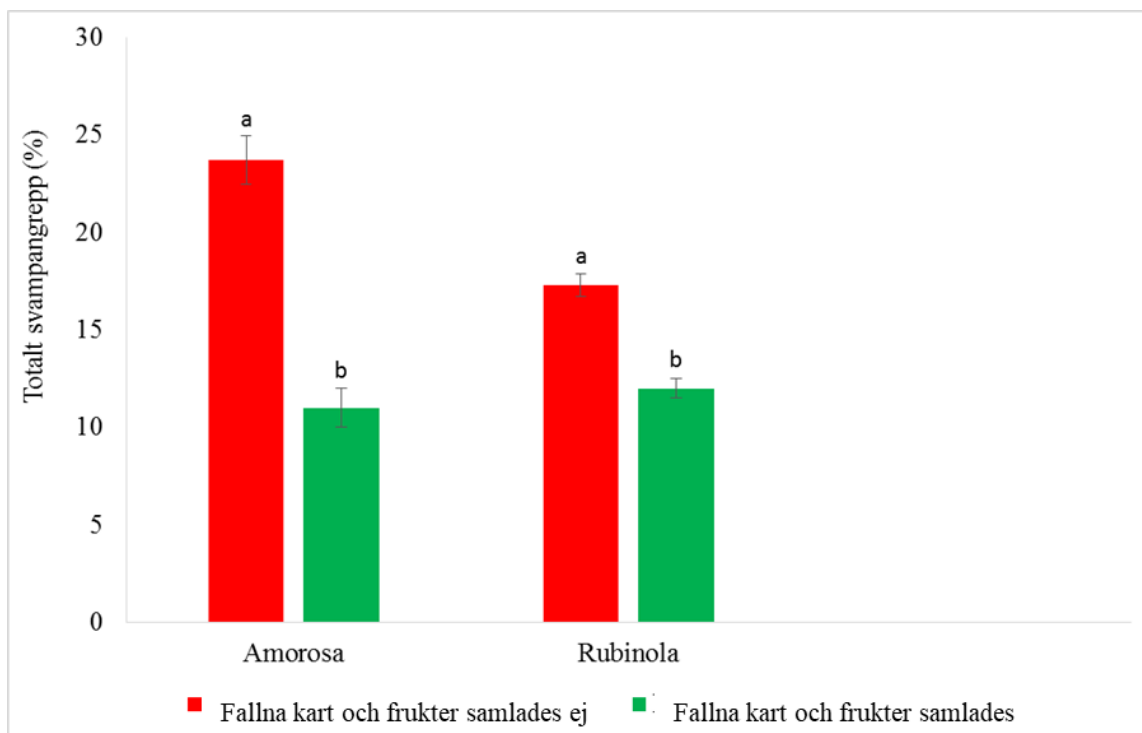
Frukt från sjuka 'Rubinola'-träd (med kräfta) uppvisade 35 % mer naturligt svampangrepp i jämförelse med frukt från friska träd (Fig. 7). Resultaten visade ingen signifikant skillnad mellan friska och sjuka 'Amorosa'-träd (Fig. 7).

Fig. 5. Effekt av skottäckning vid 0 (kontroll; ingen täckning) till 12 veckor innan skörd på förekomsten av naturligt svampangrepp (i procent av lagrade frukter) under lagring, 2017.



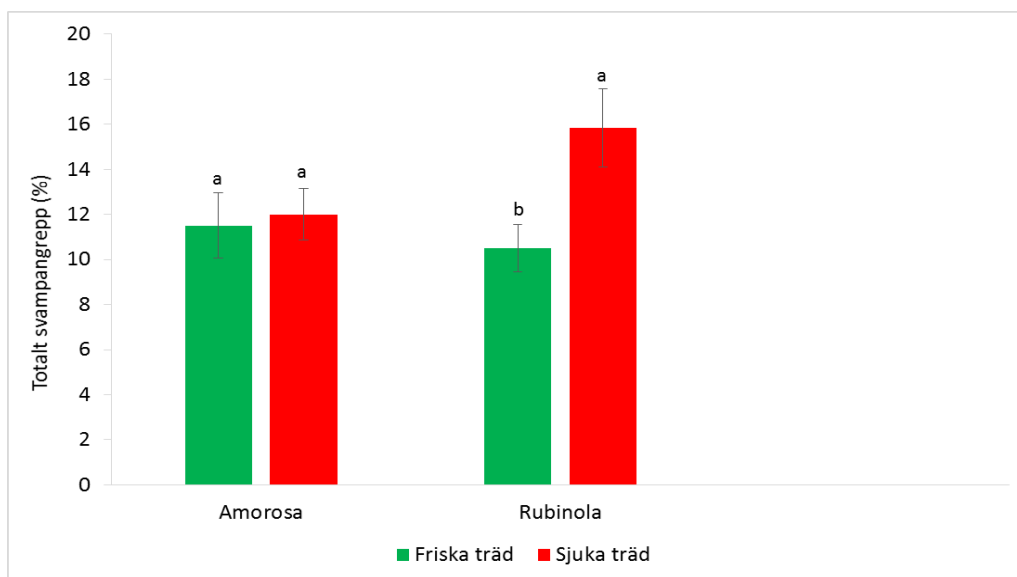
Resultat \pm SD, $n=15$. P för 'Amorosa' är $\leq 0,000$ och för 'Rubinola' är $\leq 0,001$. Värden, för varje sort, betecknade med olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$.

Fig. 6. Effekt av insamling av fallfrukt och kart på förekomsten av naturligt svampangrepp (i procent av lagrade frukter) under lagring 2017.



Resultat \pm SD, $n = 30$, P för 'Amorosa' är $\leq 0,002$ och för 'Rubinola' är $\leq 0,004$, Staplar, för varje sort, betecknade med olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$.

Fig. 7. Effekt av trädstatus på svampangreppet (i procent av lagrade frukter) under lagring 2017.



Resultat \pm SD, $n = 12$, P för 'Amorosa' är $\leq 0,730$ och för 'Rubinola' är $\leq 0,005$, Staplar, för varje sort, betecknade med olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$. "Friska träd" = träd som inte var angripna av fruktkräfta; "Sjuka träd" = träd angripna av fruktkräfta.

3.2.5. Fruktpositionen påverkar tolerans mot svampangrepp

Frukt från övre delen av 'Rubinola'-träd uppvisade mindre naturligt svampangrepp i jämförelse med frukt från nedre delen (Tabell 5). Frukt från östersidan av övre delen av 'Amorosa'-träd hade bättre tolerans mot svampangrepp (Tabell 5). Frukt från östersidan av nedre delen av 'Rubinola'-träd fick mindre svampangrepp än västra sidan (Tabell 5).

Tabell 5. Effekt av fruktposition på träd och betydelse under lagring för svampangrepp

Fruktposition	Naturligt svampangrepp (%)	
	Amorosa (Kivik)	Rubinola (Malmö)
Upp/Öst	11,3 ± 7,0 b	2,7 ± 2,3 c
Upp/ väst	29,2 ± 5,9 a	8,2 ± 1,7 bc
Ner/Öst	27,8 ± 1,9 a	11,2 ± 5,1 b
Ner/väst	25,8 ± 6,8 ab	21,7 ± 2,9 a
<i>P</i>	0,018	0,001

Resultat ±SD, n=20, värden som åtföljs med olika bokstäver inom samma kolumn visade signifikanta skillnader, Tukey vid $P \leq 0,5$.

4. Diskussion och slutsatser

Lagringssjukdomar som orsakas av olika svamparter kan både orsakas av angrepp före skörd eller under hanteringen efter skörd. Dessa skador påverkar lönsamheten allvarligt för den svenska fruktproduktionen (Tahir och Nybom, 2008). Angrepp av växtpatogener påverkas på ett markant sätt av olika omgivningsfaktorer (De Wolf et al., 2016). Under de senaste decennierna har svampsjukdomar ökat betydligt i Europa, sannolikt på grund av den globala uppvärmningen (Amiri et al., 2008). Effekterna av klimatförändringarna kommer ha olika uttalade effekter på patogeners möjlighet att infektera och orsaka skador på frukt (Garrett et al., 2015). Vi kan därför förvänta oss allt större problem i Sverige medan klimatet här blir varmare, och troligen också mer fuktigt under slutet av vegetationsperioden, vilket gynnar tillväxt av svampsjukdomar. För närvarande finns det inga effektiva kemiska medel som är godkända inom ekologisk odling för kontroll av lagringssjukdomar hos äpple.

För att avhjälpa bristen på effektiva godkända metoder inom ekologisk odling och kunna minimera lagringssjukdomarna hos äpple har ett antal naturliga ämnen undersöktes och visat god potential i inledande försök, men merparten har aldrig utvecklats till produkter på kommersiell nivå. Vissa föreningar kan hämma tillväxten av svamp hos äpple (Neri et al., 2009). Många växtoljor från kryddor och örter innehåller även ämnen som motverkar bakterie- och svamptillväxt (Romanazzi et al., 2007; Tajkarimi et al., 2010). Thymol har i en nyligen utkommen sammanställning visats i flertalet undersökningar motverka svamptillväxt, innefattande synergieffekt med eugenol (Marchese

et al., 2016). Thymol och eugenol är godkända inom EU som växtskyddsmedel (Kommissionens genomförandeförordning (EU) nr 546/2013 och nr 568/2013).

I tidigare försök har vi undersökt behandlingar med olika kombinationer av tymol och eugenol, liksom med ozon, före och efter skörd (Tahir & Olsson, 2017). I detta projekt valdes en metod ut, som hade gett gott resultat, och som dessutom skulle kunna användas inom en snar framtid i kommersiell odling, att testas i något större omfattning. Skälen till att en metod att behandla före skörd valdes ut var att det ännu inte är tillåtet att behandla frukt efter skörd i ekologisk odling. Våra tidigare resultat visade också att den mest effektiva tidpunkten för behandling i fält är juni samt augusti.

Resultaten i detta projekt visade att lagringssjukdomen lenticellröta (*Neofabraea sp.*) orsakade de största förlusterna bland ekologiska äpplen. *Neofabraea*-arter angriper frukten redan i odlingen och orsakar små döda fläckar på skalet, som sprider sig in i frukten. Sporena ligger latent i lenticellerna, eller i sår på skalet, innan de börjar växa när frukten har nått en viss mognadsfas i lagret. Bitterröta som orsakas av *C. acutatum* observerades som den näst värsta skadegöraren under fruktlagring i alla delar av försöket. Angreppet kan få ett epidemiskt förlopp vid varmt och fuktigt väder. Svampen övervintrar i fruktmumier, drabbade skott, ogräs, och knoppar. Grönmögel (som orsakas av svampen *P. expansum*) går även under benämningen mjukröta. Svamparten är mycket aggressiv och deras sporer kan sprida sig via luften. Fruktmögel orsakas framför allt av svampen *M. fructigena* och noterades i nästan alla delar av försöket. Regnvatten, fallfrukt och nedfallna kart, mumifierade frukter, vind- och insektspridning samt förpackningslådor kan förmodligen vara viktiga smittkällor för dessa svamparter i området. Gummiliknande mögel (*Phacidiopycnis washingtonesis*) var inget problem i odlingarna under denna undersökning. Förekomst av denna svampsjukdom har rapporterats från norra Tyskland, där den har orsakat begränsade förluster hos några äpplesorter under lagring (under 1 % förlust, och som mest 5-10 %), men den har orsakat kraftiga infektioner på hösten hos pollinationsträd. Infekterade äpplen rapporteras vara ovanligt fasta och ha blekt utseende efter lagring i ULO-lager, men bli mörkbruna till svarta i normal atmosfär (Weber, 2011).

Resultaten visade att en blandning av växtolja tymol och eugenol har den bästa effekten på lagringspotential av ekologiska äpplen vid behandling i fält (en gång per månad under säsongen). Denna behandling minskade naturligt svampangrepp under lagring utan att orsaka någon negativ effekt på skörden eller frukt kvalitet (mjukhet, smak och utseende). Blandningen tymol-eugenol minskade svampangrepp p.g.a. dessa ämnens effekt på patogenerna samt på fruktfastheten. Långsamt förlopp för uppkomsten av mjukhet förbättrar fruktresistansen mot svampangrepp (Tahir et al., 2015).

Viktiga smittspridningskällor är mumifierade frukter som lämnas kvar på träden, samt fallfrukt och nedfallna kart som ligger på marken under träden. Denna del av det innevarande projektet var av begränsad omfattning, men resultaten bekräftar tidigare studier att ett kontrollprogram omfattande avlägsnande av dessa frukter har betydelse för att reducera svampsjukdomar under lagring (Tahir & Olsson, 2017). Regnvatten, kräfta, vind och insekter bidrar troligen också till smittspridning. Frukt från överdelen av träd hade i allmänhet bättre tolerans mot svampangrepp. Tidigare forskning har

visat att för vissa av patogenerna har infektionsdos (antal konidier) stor betydelse för infektionens etablering (Spotts & Cervantes, 2001), vilket stöder resultaten i denna studie.

Slutsats: Det finns goda möjligheter att minska förekomst av svampsjukdomar i odlingen av äpple, samt under lagring. I förebyggande syfte kan fruktträden sprutas med en kombination av tymol och eugenol i lämplig koncentration. Ett kontrollprogram för reducering av smittspridning genom insamling av fallna frukter och kart, samt mumifierade frukter, liksom rensning av träd beträffande kräfta, kan troligen minska förekomst av svampsjukdomar i odling och lager. Dessa åtgärder har god potential att öka mängden tillgänglig frukt till försäljning från de ekologiska äppelodlingarna, och därmed också förbättra lönsamheten.

Referenser

- Amiri, A., Dugas, R., Pichot, A.L. and Bompeix G. 2008. In vitro and in vitro activity of eugenol oil (*Eugenia caryophyllata*) against four important postharvest apple pathogens. *Int. J. Food Microbiol.* 126:13–19.
- Camelo, L., P. Gomez. 2004. Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasileira, Brasília* 22:534–537.
- De Wolf, E.D., Isard, S.A. 2007. Disease Cycle Approach to Plant Disease Prediction. *Annu. Rev. Phytopathol.* 45, 203–220.
- Garrett, K.A., Nita, M., De Wolf, E.D., Esker P.D., Gomez-Montano, L., Sparks A.H. 2015. Plant pathogens as indicators of climate change. *In Climate Change. Observed Impacts on Planet Earth.* Elsevier, pp. 325-338.
- Marchese, A., Orhan, I.E., Daglia, M., Barbieri, R., Di Lorenzo, A., Nabavi, S.F., Gortzi, O., Izadi, M., Nabavi, S.M. 2016. Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature. *Food Chem.* 210, 402–414.
- Neri, F., Mari, M., Brigati, S., Bertolini, P. 2009. Control of *Neofabraea alba* by plant volatile compounds and hot water. *Postharvest Biol. Technol.* 51:425–430.
- Romanazzi, G., Karabulut, O., Smilanick, J. 2007. Combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biol. Techn.* 45:134–140.
- Robert, A. Spotts and Cervantes, L.A. 2001. Disease Incidence–Inoculum Dose Relationships for *Botrytis cinerea* and *Penicillium expansum* and Decay of Pear Fruit Using Dry, Airborne Conidia. *Plant disease*, Publication no. D-2001-0514-01R, 755-759.
- Spotts, R.A., Seifert, K., Wallis, K., Sugar, D., Xiao, L., Serdani, M., Henriquez, J. 2009. Description of *Cryptosporiopsis kienholzii* and species profiles of *Neofabraea* in major pome fruit growing districts in the Pacific Northwest USA. *Mycological research* 113:1301-1313.
- Tahir, I. 2014. Vad är det som förtär äpple under lagring? SLU, Rapport från LTV-fakulteten 2014:14 (pub.epsilon.slu.se/11224).
- Tahir, I., Nybom, H. 2008. Jämförande försök med skorvresistenta äpplesorter. Fakta från Partnerskap Alnarp. No. 8, 1-4.
- Tahir, I, Nybom, H, Ahmadi-Afzadi, M, Røen, K, Sehic, J, Røen, D. 2015. Susceptibility to blue mold caused by *Penicillium expansum* in apple cultivars adapted to a cool climate. *Europ. J. Hort. Sci.* 80: 117–127 (pubhort.org/ejhs/80/3/4/index.htm).
- Tahir, I. Olsson, M. E. Utveckling av bekämpningsstrategi mot lagringsjukdomar i äpple- och päron, i samverkan med Äppelriket. Slutrapport SLF, Projektnummer H1356193, 2017.

http://www.lantbruksforskning.se/projektbanken/utveckling-av-bekampningsstrategi-mot-lagringsjukd/?search=olsson+tahir&pub_year=&category=&page=1&app_year=

Tajkarimi, M.M., Ibrahim, S.A., Cliver, D.O., 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control* 21 (2010) 1199–1218.

Weber, R.W.S. 2011. *Phacidiopycnis washingtonensis*, Cause of a New Storage Rot of Apples in Northern Europe. *J. Phytopathol.* 159, 682–686.

Yu, T., Chen, J.S., Lu, H.P., Zheng, X.D. 2009. Indole-3-acetic acid improves postharvest biological control of blue mold rot of apple by *Cryptococcus laurentii*. *Phytopathol.* 99:258–264.