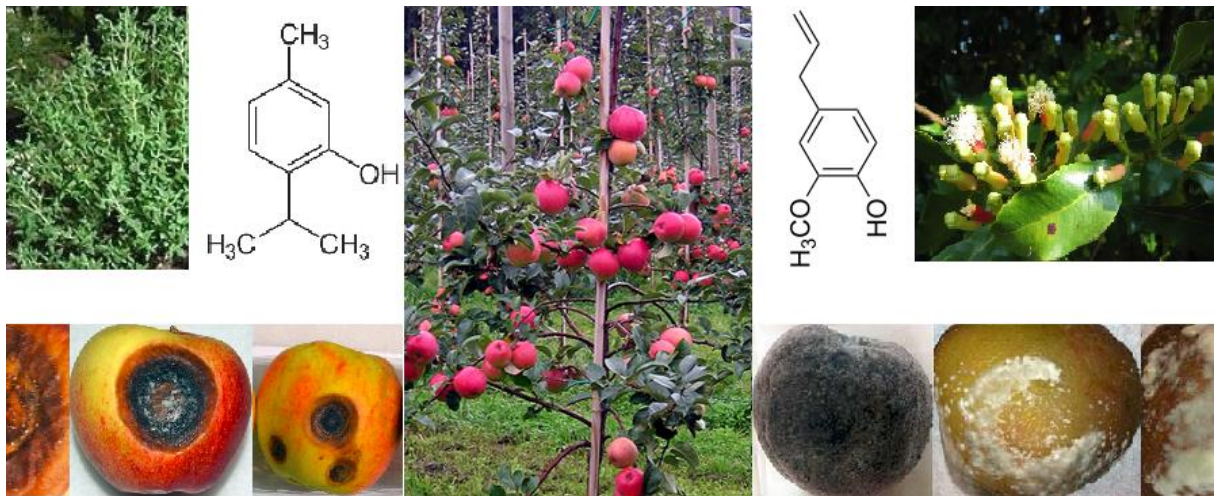


## Bekämpning med "naturliga fungicider" mot lagringssjukdomar i äpple och päron

*Protection against storage decay in apple and pear by natural fungicides*



**Ibrahim Tahir**

Institutionen för växtförädling, Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

---

Projektet utfördes under 2014 i Alnarp och Kivik. Projektet har finansierats av **Tillväxt Trädgård** och Länsstyrelsen i Skåne

**Rapport: 2015:9**

ISBN: 978-91-87 117-99-2

Alnarp 2015



LANDSKAPSARKITEKTUR  
TRÄDGÅRD VÄXTPRODUKTIONSVETENSKAP  
Rapportserie

## **Bekämpning med ”naturliga fungicider” mot lagringssjukdomar i äpple och päron**

*Protection against storage decay in apple and pear by natural fungicides*

**Ibrahim Tahir**

Institutionen för växtförädling, Alnarp

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

---

Projektet utfördes under 2014 i Alnarp och Kivik. Projektet har finansierats av **Tillväxt Trädgård** och Länsstyrelsen i Skåne

**Rapport: 2015:9**

ISBN: 978-91-87 117-99-2

Alnarp 2015

## **Sammanfattning**

Lagringsjukdomar som orsakas av olika svamparter är en av de huvudsakliga anledningarna till att svensk ekologisk fruktproduktion står inför allvarliga ekonomiska problem. Det finns för närvarande inga effektiva medel mot lagringssjukdomar hos äpple och päron som är godkända inom ekologisk odling. Vissa bioaktiva föreningar kan hämma tillväxten av svampar hos frukt, bl.a. essentiella oljor, som tymol, eugenol, citral och mentol. Effekten av före- och efterskördbehandlingar med olika bioaktiva ämnen, mot olika typer av svampangrepp, undersöktes i en äpple- respektive en päronodling under 2014-säsongen.

Svamparterna som dominerade i försöket var *Neofabraea sp.*, *P. expansum* och *Monilinia fructigena*. Behandlingen av äpple- och päronträd med tymol (T), eugenol (E) eller en blandning av dessa ämnen (T-E) hade inga negativa effekter varken på trädavkastningen eller på fruktkvaliteten, vid skörd samt efter lagring. Päronträdsbesprutning med T-E minskade det totala naturliga svampangreppet efter lagring. Trädbesprutning med tymol för sig hade den bästa effekten på det totala naturliga svampangreppet hos äpple under lagring. Ingen av de tre behandlingarna påverkade det naturliga svampangreppet som orsakas av *M. fructigena* hos varken päron eller äpple.

Trädbehandling med T-E minskade lesionstorleken hos päron- och äppelfrukt, som orsakades av konstgjord inokulation med *P. expansum* eller *Neofabraea*. Fältbesprutning följt av efterskördbehandling med dessa bioaktiva ämnen, visade på god förmåga att begränsa naturligt svampangrepp hos äppel- och päronfrukter under lagring. En blandning av tymol och eugenol kan ge skydd i flera månader under lagringsperioden.

## **Abstract**

Apples show relatively high susceptibility to fungal rots. Many of fungi appear to have increased over the world during the latest decades, most likely due to the global temperature increase. The incidence of postharvest diseases can affect the quality and restrict the shelf life of apples and pears. Application of synthetic fungicides is the most efficient way to minimize fruit loss. Postharvest fungicide applications are, however, completely banned in Sweden, and access to chemicals for pre-harvest application is also becoming more restricted. The most important alternative for the synthetic fungicides is the essential oils groups which are well known for their antimicrobial and biodegradable properties. The purpose of this work was to investigate the antifungal effect of thymol, eugenol and a mixture of them (T-E) on storage rots, when they sprayed on trees in organic orchards.

The results showed that the dominant storage-rot fungi were *Neofabraea sp.*, *P. expansum* and *Monilinia fructigena*. Tree yield as well as fruit quality at harvest and after storage were not significantly affected by spraying apple and pear trees with these oils. Apples and pears from trees that had been sprayed with T-E showed less natural decay when compared to fruits from non-sprayed trees. Thymol alone also had a good effect on decay occurrence in apples. Orchard treatments influenced the size of lesions caused by artificial inoculation with *P. expansum* and *Neofabraea spp.* compared to fruits harvested from non-sprayed trees. The three oils did not show any effect on *M. fructigena*. More studies should be carried out to indicate the more active concentration and the accurate spraying times before these materials can be recommended as natural fungicides.

## 1. Bakgrund

Lagringsjukdomar som orsakas av olika svamparter kan antingen vara resultatet av ett angrepp före skörd eller under hanteringen efter skörd. Dessa skador är en av de väsentliga anledningarna till att den svenska fruktproduktionen står inför allvarliga ekonomiska problem (Tahir och Nybom 2008). Dessutom ökar vissa svampinfektioner giftighalterna i färsk samt processad frukt vilket blir en direkt hälsorisk för konsumenterna. En internationell rapport (FAO, 2004) visade att 25 % av globala råvaror påverkas av giftämnen (mycotoxin) varje år (Schatzmayr, *m.fl.* 2006). *Penicillium expansum* som orsakar grönmögel är till exempel en viktig hälsorisk patogen pga. sin produktion av patulin (Neri, *m.fl.* 2010). Den Europeiska kommissionen (EC) har infört en särskild gräns på 10 mg/kg patulin i olika äppelprodukter och en gräns på 10-50 µg/l i äppelsaft. I Svensk media uppmärksammades i september-oktober 2014 att 3 av 12 juicer i Sverige innehöll patulin, nära eller över den högsta rekommenderade nivån för barn (10 µg/l).

I Europa har svampsjukdomar ökat betydligt under de senaste decennierna (Prusky, 2011), sannolikt på grund av den globala uppvärmningen (Amiri, *m.fl.* 2008; Weber och Roland 2009). Vi kan därför förvänta oss allt större problem i Sverige medan klimatet här blir varmare och eventuellt också mer fuktigt under vegetationsperioden.

I Sverige är det inte tillåtet att behandla frukt med fungicider efter skörd. Även under de senaste åren har antalet tillåtna före skörd fungicider minskat, och ytterligare begränsningar av fungicider väntas i Östersjöregionen, där de flesta svenska kommersiella fruktodlingar ligger. Därför är det nödvändigt att utveckla nya alternativa och miljövänliga behandlingar för att bekämpa svampangrepp.

Många växtoljor (Essentiella Oljor - EO), från kryddor och örter, som är naturliga antioxidanter och ofta används i vår dagliga kost, kan hämma svampangrepp utan att lämna någon kvarstående effekt på färskvaror (Neri, *m.fl.* 2009; Kalemba och Kunicka, 2003).

Tymol, som är den aktiva ingrediensen i timjanolja, minskade svampangrepp som orsakats av *B. cinerea* i mandarin (Chu, *m.fl.* 1999), *M. fructicola*, i körsbär (Chu, *m.fl.* 2001) och *C. gloeosporioides* i avokado (Sellamuthu, *m.fl.* 2013). Eugenol från kryddnejlikor och basilika var den mest aktiva komponenten mot svampangrepp (*B. cinerea* och *M. fructigena*) hos äpple (Amiri, *m.fl.* 2008). Växtoljor och flyktiga ämnen, från pepparmynta, lavendel och sojabönor har också visat sig ha en hämmande effekt på olika svamparter (Liu och Chu, 2002). En kombination av eugenol, mentol eller tymol med modifierat atmosfärs packning minskade svampangreppet i körsbär (Serrano, *m.fl.* 2005) och vindruvor (Valverde, *m.fl.* 2005).

Preliminära resultat från ett föregående studie som utförts vid SLU (Tahir, 2014) visade att behandlingen av äpplen med tymol- eller eugenol-ånga (*in vivo*) kan minska svampangrepp av *Penicillium expansum* (grönmögel) eller *Neofabraea sp.* (*Gloeosporium*-mögel). Dessa två växtoljor hindrade totalt myceliumstillväxt från båda svamparterna (*in vitro*).

I detta projekt sprutades äppel- och päronträd dels med de två växtoljorna, tymol och eugenol, samt med en blandning av båda ämnen, för att bedöma deras effekt på lagringssjukdomar samt fruktlagringsdugligheten.

Projektet utfördes i en ekologisk äppelodling (tillhörande Kiviksmusteri) respektive i en IP-päronodling (tillhörande Kivikås) under 2014-säsongen. Frukten behandlades och analyserades i SLU-laboratorium och lagrades hos Äppelriket.

## **II. Material och metod:**

### **II.1. Förberedelse av sporlösningar och växtoljor**

- Fruktar som visade typiska symptom av *P. expansum* och *Neofabraea* sp. samlades från två olika packerier (Äppelriket och Alnarp). Sjuka frukter steriliserades med 70 % etanol. Tre bitar togs från varje frukt och odlades på plattor med PDA för den första svampen och MEA för den andra svampen, i 22 grader under två veckor. Mycelium i plattorna identifierades enligt Tahir, 2014, och flyttades till nya plattor (subkulturer).
- Sporer från båda svamparter samlades från de nya plattorna, var för sig, i steriliserat vatten med Tween 0,05 %. Sporen identifierades under mikroskop (vid förstoringar från 20× till 40×). Sporlösningkoncentrationen justerades med hjälp av hemacytometer till  $1 \times 10^5$  per ml.
- Tymol, eugenol och tre lösningsämnen, lecitin, Tween 80 samt etanol köptes från SIGMA ALDRICH (Stockholm). Behandlingsmedlen framställdes enligt följande:
  - Eugenol-medel: 50 mg/ml soja lecitin upplöstes i lite etanol innan det blandades med steriliserat vatten och 2 mg/ml eugenol (99 %).
  - Tymol-medel: 30 mg tymol (99,5 %) upplöstes i 3 ml etanol (95 %) och 50 g natrium klorid (NaCl) innan det blandades med steriliserat vatten.
  - Tymol-eugenol (T-E): en blandning av både tymol- och eugenol-medel, 1:1 (v.v).

### **II.2. Effekten av växtolja på fruktlagringsdugligheten**

#### **II.2.1. Trädsprutning**

Sextio äppelträd (Amorosa), respektive päronträd (Clara F.), markerades i två olika odlingar i Kivik, våren 2014 (bild 1).



**Bild 1. Trädbehandlingen på fältet i Kivik, foto. Ibrahim Tahir.**

Träden delades in i tio försöksled (tre block per försöksled, två träd per block), och sprutades med ett av medlen (300 ml per träd) i olika tider enligt följande tabell:

Behandlingsmedel	Besprutningstider
Tymol	En gång, 4 veckor innan skörd
Eugenol	
Tymol-Eugenol	
Tymol	En gång, strax innan skörd
Eugenol	
Tymol-Eugenol	
Tymol	Två gånger, 4 veckor innan skörd och strax innan skörd
Eugenol	
Tymol-Eugenol	
Kontroll	Obesprutade träd

### **II.2.2. Efterskördbehandling**

- Träden plockades vid optimal tid. Fruktkvaliteten bedömdes på 10 frukter per försöksled, där fruktfärg (med färgmätare), fruktfasthet (med penetrometer) och sockerinnehållet (med refraktometer) kontrollerades. Fruktfärgen bedömdes enligt färgindex. Färgindex är en kombination av färgljushet (L), täckfärg (a) och grundfärg (b).  $Färgindex = (a * 1000) / (L * b)$  (Camelo och Gomez, 2004). Fastheten bedömdes som kg per kvadrat cm. Sockerinnehållet bedömdes som löslig torrs substans (%).
- Tio frukter per träd (total 60 frukter per försöksled) lagrades i kylagring (2 grader och 90 % fuktighet) under 3 månader för päron och 4 månader för äpple.
- Tio frukter per träd (total 60 frukter per försöksled) doppades efterskörd i T-E medel i 30 sekunder och sedan lagrades enligt ovan nämnt.
- Fem frukter per träd (total 30 frukter per försöksled), inokulerades med 20 µl av konidiesporer för *P. expansum*, lämnades i 6 timmar och sedan lagrades enligt ovan nämnt.
- Fem frukter per träd (total 30 frukter per försöksled), inokulerades med 20 µl av konidiesporer för *Neofabraea*, lämnades i 6 timmar och sedan lagrades enligt ovan nämnt.

### **II.3. Lådor som smittkällor av svamp**

För att undersöka effekterna av olika behandlingar på smittkällor, desinficerades 12 lådor med 70 % etanol i 2 minuter. Efter 20 minuter, inokulerades lådorna med en sporlösning av *P. expansum*. Efter ytterligare tre timmar delades lådorna in i två grupper. Den första gruppen doppades i T-E lösning i 30 sekunder och den andra gruppen lämnades utan behandling som kontroll. I varje grupp, fylldes 3 lådor med skadade äpplen (Amorosa) och 3 lådor med oskadade äpplen. Alla lådor lagrades i kylagring och kontrollerades efter fyra månader.

**II.4. Statistik:** Alla resultat analyserades statistiskt (ANOVA) med MINITAB 16.

### III. Resultat

#### III.1. Päron

##### III.1.1. Behandlingseffekt på skörd och kvalitet

Olika fältbehandlingsmedel hade ingen effekt på fruktstorlek eller på fruktfall, men de visade en signifikant effekt på träдавkastningen (Tabell 1).

Tabell 1. Effekten av träдавbesprutning på avkastning, fruktstorlek och fruktfall (Clara F. 2014).

Besprutningsmedel	Behandlingstid	Skörd (kg/träd)	Fruktstorlek (g)	Fruktfall (%)
Tymol	4 veckor innan skörd	14,8 abc <sup>z</sup>	125 a	9,7 a
Eugenol		17,0 abc	145 a	9,0 a
T-E *		5,4 c	111 a	7,7 a
Tymol	Strax innan skörd	18,3 abc	153 a	10,3 a
Eugenol		26,0 a	133 a	8,7 a
T-E		22,0 ab	126 a	1,3 a
Tymol	Vid båda tillfällena	9,5 bc	145 a	6,3 a
Eugenol		13,0 abc	128 a	3,7 a
T-E		20,3 abc	125 a	2,3 a
Kontroll		15,7 abc	140 a	3,3 a
<i>P</i>		0,006	0,186	0,527

\* T-E. tymol-eugenol, z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

Olika besprutningsmedel påverkade inte skörden, trots att träden som sprutades med eugenol hade ganska hög avkastning (Fig.1). Besprutningstiden påverkade däremot skörden. Träden som sprutades med tymol eller eugenol vid två tillfällena (4 veckor innan skörd och strax innan skörd) visade mindre avkastning jämfört med träden som sprutades med samma ämne vid ett tillfälle (Fig. 2 och 3). Tidig besprutning, dvs. i början av augusti, med tymol-eugenol medel (T-E) hade negativ effekt på träдавkastningen jämfört med besprutning vid andra tillfällena (Fig. 4).

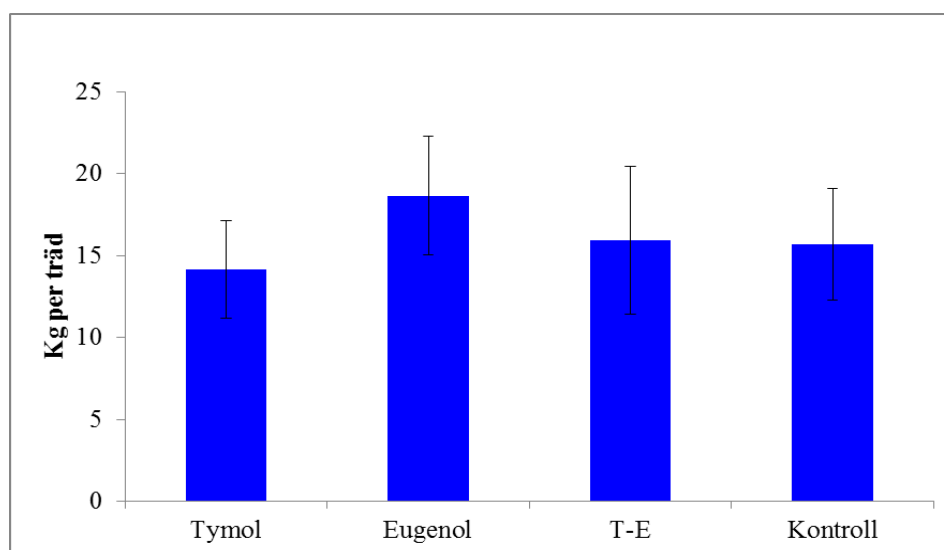


Fig. 1. Effekten av besprutningsmedel på skörden, Clara F. 2014 (T-E: tymol-eugenol).  $\pm$ SD.

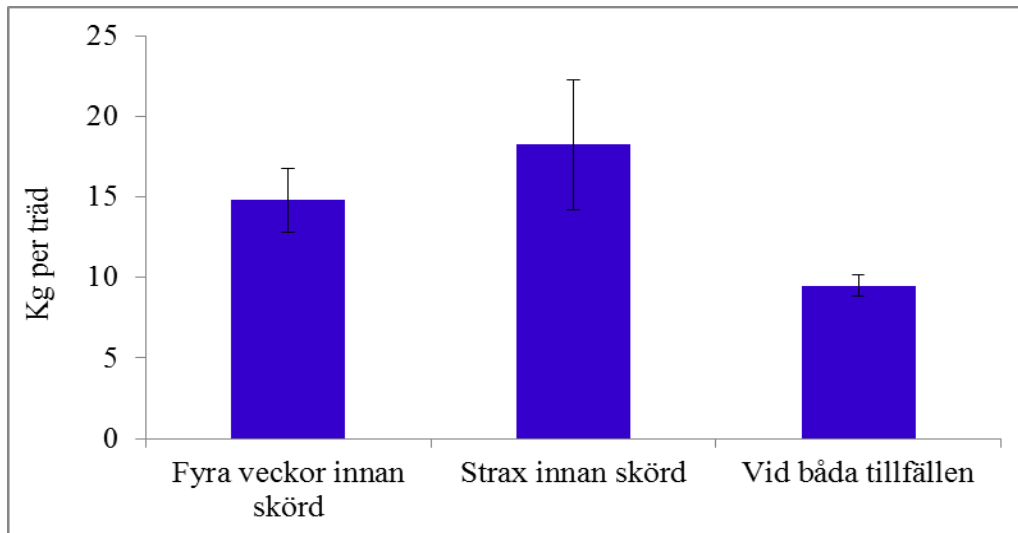


Fig. 2. Effekten av besprutningstiden med tymol på trädavkastningen, 2014, Clara F.

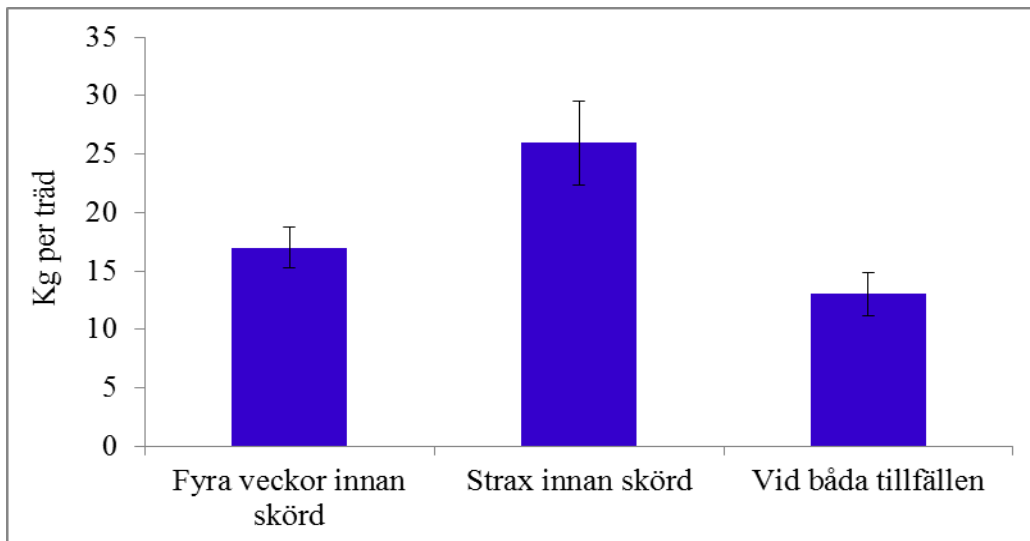


Fig. 3. Effekten av besprutningstiden med eugenol på trädavkastningen, 2014, Clara F.

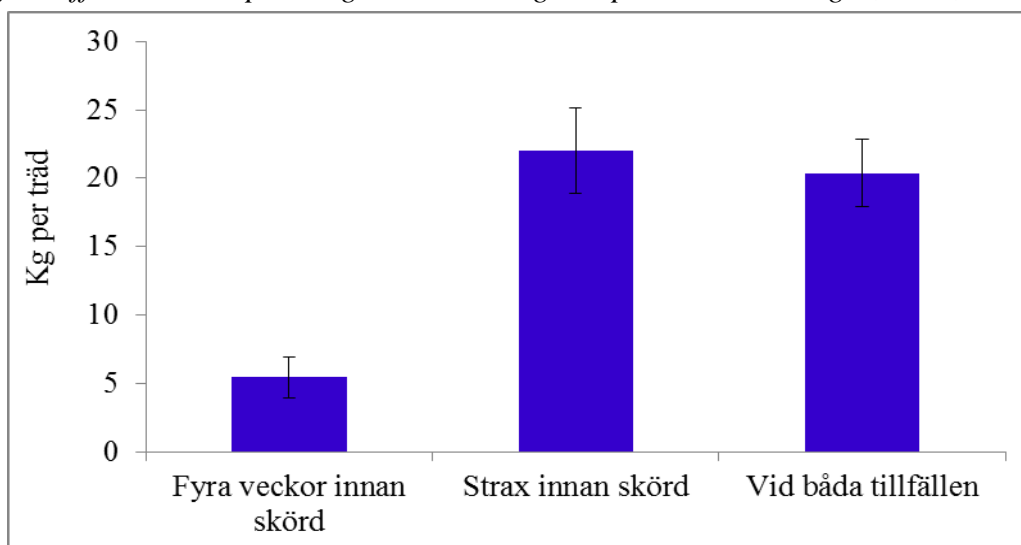


Fig. 4. Effekten av besprutningstiden med tymol-eugenol (T-E) på trädavkastningen, 2014, Clara F.  $\pm$ SD.



Olika fältbehandlingar hade olika effekter på fruktkvaliteten vid skörd. Besprutningen av träd med tymol, eugenol eller T-E påverkade inte fruktfärgen. Trots att olika behandlingstider inte visade någon signifikant effekt på fruktfärgen vid skörd, förbättrade, tidig besprutning med eugenol, färgindexet (Tabell 2).

Tabell 2. Effekten av besprutningsmedel och besprutningstid på fruktfärgen vid skörd, 2014, Clara F. (Färgindex är  $((1000 * \text{värdet av rödfärg})/(\text{färgljushet} * \text{värdet av gul färg}))$ ).

Besprutningsmedel	Färgindex	Besprutningstid	Färgindex		
			Tymol	Eugenol	T-E
Tymol	- 4,4 a <sup>z</sup>	Fyra veckor innan skörd	- 4,4 a	- 2,9 b	- 3,1 a
Eugenol	- 3,3 a	Strax innan skörd	- 4,1 a	- 3,8 a	- 6,1 a
T-E *	- 4,6 a	Vid båda tillfällena	- 4,5 a	- 3,2 a	- 4,7 a
Kontroll	- 4,7 a				
P	0,170	P	0,630	0,000	0,387

\* T-E. Tymol-eugenol, z. värdena följs av olika bokstäver visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

Besprutningsmedlen påverkade inte fruktfastheten vid skörd. Att behandla träden med eugenol minskade fruktsockerhalten vid skörd med ca 10 % jämfört med kontrollen. Andra besprutningsmedel hade inga signifikanta effekter på fruktsockerhalten. Besprutningen av eugenol vid ett tillfälle minskade fruktfastheten. Den negativa effekten försvann när träden sprutades vid två tillfällena. Besprutningstiden visade inga signifikanta effekter på fastheten eller sockerhalten i de andra behandlingarna (Tabell 3).

Tabell 3. Effekten av besprutningsmedel och besprutningstid på fruktkvaliteten vid skörd, 2014, Clara F.

Besprutningsmedel	Fasthet	SSC	Besprutningstid	Fasthet			SSC		
				T	E	T-E	T	E	T-E
Tymol	8,7 a <sup>z</sup>	13,2a	Fyra veckor innan skörd	8,8 a	7,1 b	7,3 a	12,8 a	12,5 a	14,1 a
Eugenol	7,7 a	12,4c	Strax innan skörd	8,4 a	7,1 b	7,5 a	13,6 a	12,4 a	13,6 a
T-E *	7,9 a	13,9a	Vid båda tillfällena	9,0 a	9,0 a	7,9 a	13,3 a	12,1 a	12,6 a
Kontroll	9,0 a	13,9a							
P	0,064	0,001	P	0,680	0,00	0,63	0,178	0,598	0,000

\* T-E. Tymol-eugenol, Fastheten bedömdes som kg per  $\text{cm}^2$ . Den lösliga torrsubstansen (SSC) bedömdes som %. z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

Behandling med olika besprutningsmedel vid ett tillfälle hade ingen signifikant effekt på fruktfärg efter lagring. Att bespruta träden vid två tillfällena, saktade däremot ner färgutvecklingen under lagring. Frukt från träden som sprutades med eugenol hade mindre fasthet och lägre sockerhalt efter lagring jämfört med kontrollen. Tymol och T-E visade inte några liknande negativa effekter som eugenol hade orsakat. Besprutningstiden hade inga klara effekter på fruktkvaliteten under lagring. Frukt från träden som sprutades med T-E kunde

behålla fastheten bättre under lagring jämfört med både kontrollen samt med frukter från de träd som sprutades med tymol respektive eugenol (Tabell 4).

Tabell 4. Effekten av besprutningsmedel och besprutningstiden på fruktfärgen och kvaliteten efter lagring, 2014, Clara F.

Besprutningsmedel	Färgindex	Fasthet	SSC	Besprutningstid	Färgindex		
					Tymol	Eugenol	T-E
Tymol	- 1,0 a <sup>z</sup>	5,7 ab	15,1 b	Fyra veckor innan skörd	- 1,0 b	- 1,3 ab	- 0,1a
Eugenol	- 1,4 a	5,2 b	14,1 c	Strax innan skörd	- 0,5 a	- 1,1 a	-1,0 a
T-E *	- 1,1 a	6,3 a	15,4 ab	Vid båda tillfällena	- 1,5 c	- 1,8 b	-2,1 b
Kontroll	- 1,5 a	6,5 a	15,8 a				
<i>P</i>	0,209	0,008	0,000	<i>P</i>	0,002	0,038	0,003

\* T-E. Tymol-eugenol. Fastheten bedömdes som kg per cm<sup>2</sup>, Den lösliga torrsubstansen (SSC) bedömdes som %.(Färgindex är ((1000 \* värdet av rödfärg) / (färgljushet \* värdet av guldfärg)) z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid p<0,05.

### III.1.2. Behandlingseffekten på lagringssjukdomar

Olika behandlingar visade olika effekter på naturligt angrepp av *Penicillium expansum* och *Neofabraea*, men inte på naturligt angrepp av *Monilinia*. Besprutning av träden med tymol, eugenol respektive T-E minskade det naturliga angreppet av *P. expansum* med 56 %, 42 % respektive 78 %, jämfört med kontrollen. T-E hade bättre hämmande effekt på naturligt angrepp av *P. expansum* jämfört med de två andra behandlingsmedlen (Fig.5).

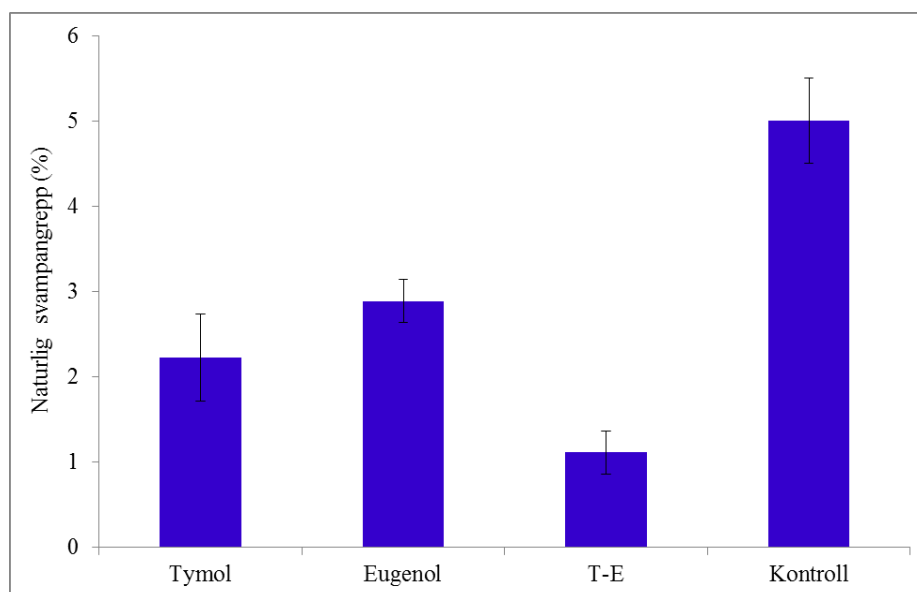


Fig. 5. Effekten av besprutningsmedel på naturligt svampangrepp av *Penicillium expansum* under 12 lagringsveckor, 2014, Clara F., (T-E. tymol eugenol).

Naturligt angrepp av *Neofabraea* minskade med 57 %, 40 % respektive 63 %, jämfört med kontrollen, då träden sprutades med tymol, eugenol respektive T-E. Det var ingen signifikant skillnad mellan effekterna från de tre medlen (Fig. 6).

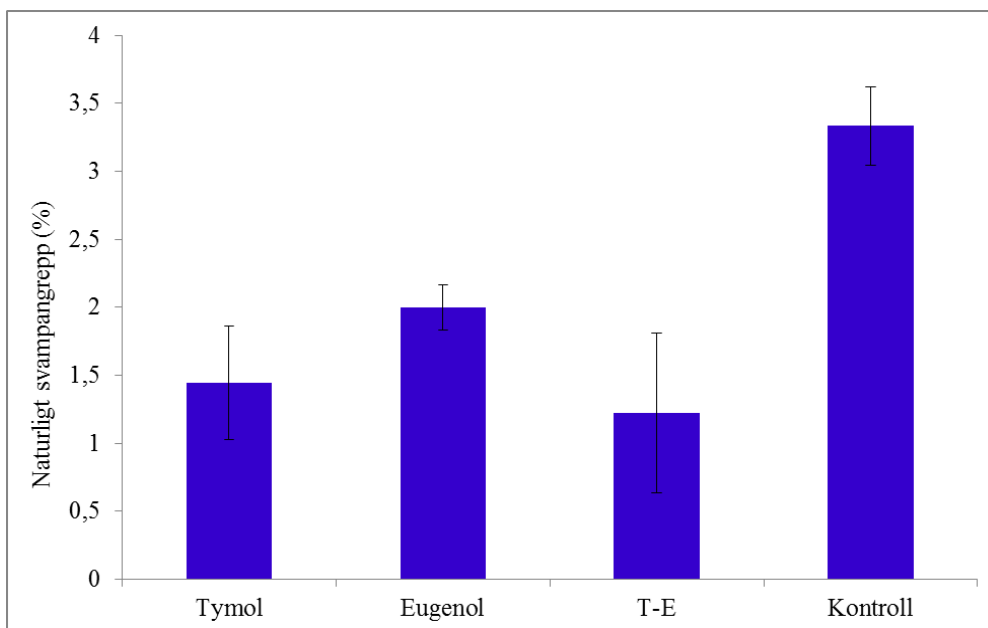


Fig. 6. Effekten av besprutningsmedel på naturligt svampangrepp av *Neofabraea* under 12 lagringsveckor, 2014, Clara F., (T-E. tymol eugenol).

Det totala naturliga svampangreppet minskade med 48 %, 39 % respektive 67 %, jämfört med kontrollen, då träden sprutades med tymol, eugenol respektive T-E. T-E visade en starkare effekt på det totala naturliga svampangreppet jämfört med de två andra behandlingsmedlen (Fig. 7).

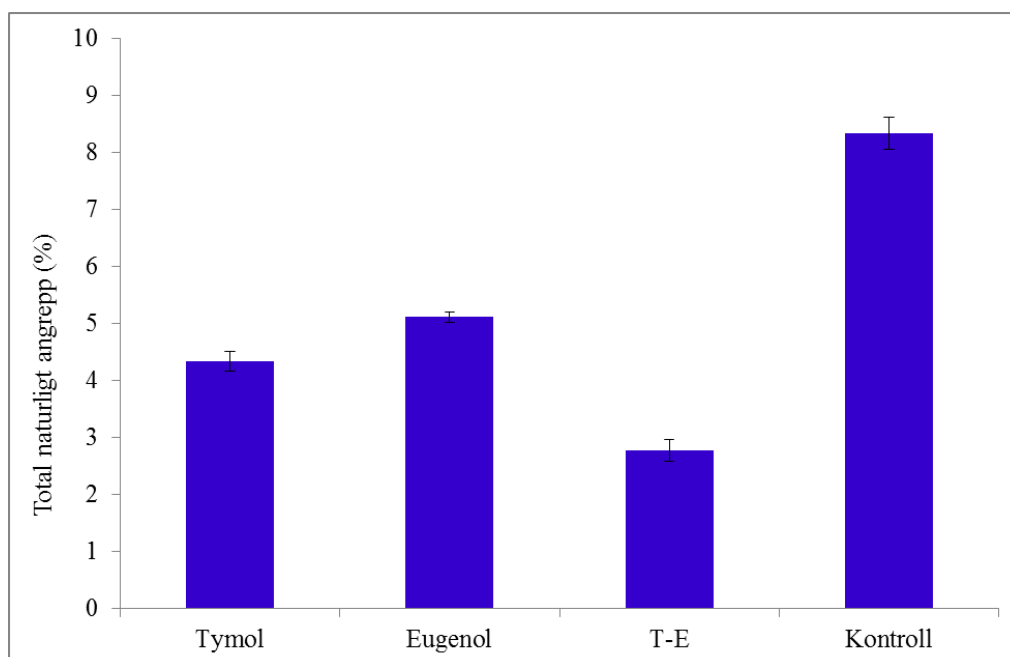


Fig. 7. Effekten av besprutningsmedel på totala naturliga svampangrepp under 12 lagringsveckor, 2014, Clara F., (T-E. tymol eugenol).

Efterskördebehandling med T-E förbättrade effekten av trädbesprutning med tymol, eugenol och T-E på förekomsten av naturligt svampangrepp efter 12 lagringsveckor. Det totala naturliga svampangreppet i frukt som behandlades efterskörd med T-E var 33 %, 22 %, respektive 52 % mindre än det totala naturliga svampangreppet i frukt från de träd som sprutades med tymol, eugenol, respektive T-E (Tabell 5).

Tabell 5. Effekten från olika fältbehandlingar och efterskörd dopning i T-E lösning på naturligt svampangrepp under kylagring i 12 veckor, 2014, Clara F.

Behandlingar	Tymol	Eugenol	T-E	Kontroll
Träden besprutades på fältet och frukten behandlades efterskörd	2,9 b <sup>z</sup>	4,0 b	1,3 b	5,9 b
Träden besprutades på fältet	4,3 a	5,1 a	2,7 a	8,3 a
<i>P</i>	0,004	0,008	0,001	0,000

T-E. Tymol-eugenol, z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

Olika fältbehandlingar visade olika effekter på lesionsdiametern som orsakats av efterskörd inokulering med *P. expansum*. Alla tre medel minskade lesionsdiametern jämfört med kontrollen (tymol med 24 %, eugenol med 20 % och T-E med 36 %). Besprutning av tymol eller eugenol vid olika tider hade ingen effekt på lesionsdiametern, medan T-E visade starkare effekt när det sprutades både tidigt samt vid två tillfällen (Tabell 6).

Tabell 6. Inverkan av olika besprutningsmedel och besprutningstider på lesionsdiametern orsakat av inokulering på frukt med *Penicillium expansum*, 2014, Clara F.

Besprutningsmedel	Lesion diameter (mm)	Besprutningstid	Lesionsdiameter (mm)		
			Tymol	Eugenol	T-E
Tymol	66,4 bc <sup>z</sup>	Fyra veckor innan skörd	73,0 a	71,7 a	45,9 b
Eugenol	71,2 b	Strax innan skörd	58,6 a	71,3 a	70,4 a
T-E	55,9 c	Vid båda tillfällen	67,5 a	70,5 a	51,4 b
Kontroll	88,0 a				
<i>P</i>	0,000	<i>P</i>	0,129	0,932	0,010

T-E. Tymol-eugenol, z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

Fältbehandlingarna hade ingen signifikant effekt på lesionsdiametern som orsakats av efterskörd inokulering med *Neofabraea sp.* Alla tre besprutningsmedel minskade inte lesionsdiameter jämfört med kontrollen (Tabell 7).

Tabell 7. Inverkan av olika besprutningsmedel och besprutningstider på lesionsdiametern orsakat av inokulering på frukt med *Neofabraea sp.* 2014, Clara F.

Besprutningsmedel	Lesionsdiameter (mm)
Tymol	56,6 a <sup>z</sup>
Eugenol	54,3 a
T-E	59,2 a
Kontroll	67,3 a
<i>P</i>	0,567

T-E. Tymol-eugenol, z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

## III.2. Äpple

### III.2.1. Behandlingseffekt på skörd och kvalitet

Olika fältbehandlingar hade ingen effekt på trädavkastningen och ingen klar effekt på fruktstorleken (Tabell 8).

Tabell 8. Effekten av trädbesprutningsmedel och tid på avkastning och fruktstorlek, Amorosa.

Besprutningsmedel	Besprutningstid	Skörd (kg/träd)	Fruktstorlek (g)
Tymol	Fyra veckor innan skörd	6,1 a <sup>z</sup>	116 b
Eugenol		5,2 a	126 ab
T-E *		6,4 a	164 a
Tymol	Strax innan skörd	9,2 a	148 ab
Eugenol		5,1 a	147 ab
T-E *		9,4 a	125 ab
Tymol	Vid båda tillfällena	7,1 a	141 ab
Eugenol		7,1 a	111 b
T-E *		6,7 a	150 ab
Kontroll		6,4 a	130 ab
<i>P</i>		0,062	0,006

\* T-E. Tymol-eugenol, z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

Frukt från träd som besprutades med eugenol visade mindre färgindex vid skörd jämfört med kontrollen respektive frukt från träd som besprutades med tymol eller T-E. Trädbehandling med olika medel vid olika tider påverkade inte fruktfastheten och inte heller den lösliga torrsubstansen vid skörd. (Tabell 9). Frukt från träd som besprutades med T-E hade den högsta fastheten efter lagring medan frukt från träd som besprutades med eugenol hade den lägsta fastheten. Fruktens lösliga torrsubstans under lagring påverkades inte av fältbehandlingarna. Frukt från träd som besprutades med tymol eller T-E visade på bättre förmåga att behålla sin fasthet under lagring jämfört med andra försöksled. Besprutningstiderna hade ingen effekt på fruktkvaliteten efter lagring (Tabell 9).

Tabell 9. Effekten av trädbesprutningsmedel och tid på fruktkvalitet vid skörd och efter 16 lagringsveckor (Amorosa, 2014).

Besprutningsmedel	Besprutningstid	Vid skörd			Efter lagring		
		Färgindex	Fasthet	SSC	Färgindex	Fasthet	SSC
Tymol	Fyra veckor innan skörd	19,3 ab <sup>z</sup>	7,0 a	11,0 ab	21,7 a	5,1 ab	12,8 a
Eugenol		6,3 bc	8,0 a	10,7 b	4,7 ab	4,2 cd	12,6 a
T-E *		19,3 ab	7,8 a	11,0 ab	9,6 ab	5,8 a	12,8 a
Tymol	Strax innan skörd	20,7 a	6,7 a	11,1 ab	9,1 b	5,0 abc	13,2 a
Eugenol		5,3 bc	6,8 a	11,3 ab	9,2 ab	4,3 bcd	12,9 a
T-E *		13,5 ab	6,7 a	11,5 a	6,0 ab	5,1 ab	12,7 a
Tymol	Vid båda tillfällena	15,1 ab	6,5 a	11,3 ab	11,7 ab	5,0 abc	12,4 a
Eugenol		4,2 c	7,7 a	11,4 ab	10,3 ab	4,4 bcd	12,7 a
T-E *		13,7 ab	7,1 a	11,5 a	13,6 ab	5,6 a	12,6 a
Kontroll		25,7 a	6,8 a	11,5 a	11,5 ab	3,9 d	12,7 a
<i>P</i>		0,001	0,515	0,022	0,006	0,000	0,932

Färgindex =  $(a \cdot 1000) / (b \cdot L)$ , Fasthet (kg/cm<sup>2</sup>), SSC (löslig torrsubstans %). T-E. Tymol-eugenol, z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

### III.2.2. Behandlingseffekten på lagringssjukdomar

Olika fältbehandlingar visade olika effekter på naturligt angrepp av *P. expansum*, men inte på naturligt angrepp av *Neofabraea* eller av *Monilinia*. Att bespruta träd med tymol, eugenol respektive T-E, minskade naturligt angrepp av *P. expansum* med 73 %, 48 % respektive 51 %, jämfört med kontrollen. Ingen signifikant skillnad mellan eugenol och T-E noterades (Fig. 8).

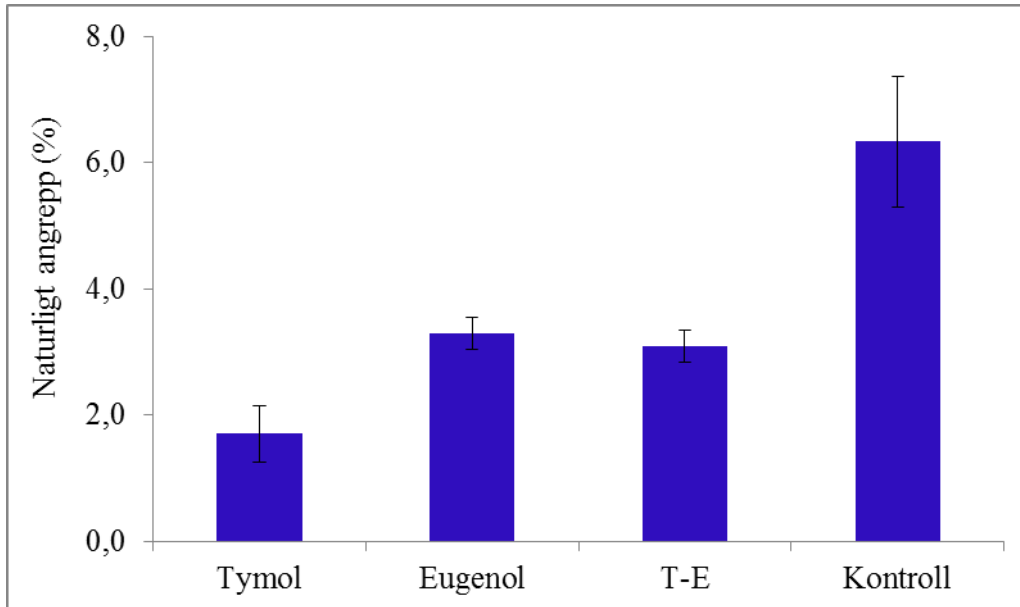


Fig. 8. Effekten av besprutningsmedel på naturligt svampangrepp orsakat av *Penicillium expansum* under 16 lagringsveckor, 2014, Amorosa, (T-E tymol eugenol).

Att spruta träd med tymol, eugenol respektive T-E minskade det totala naturliga angreppet med 71 %, 48 % respektive och 59 % jämfört med kontrollen. Tymol var det mest effektiva ämnet följt av T-E och eugenol (Fig.9).

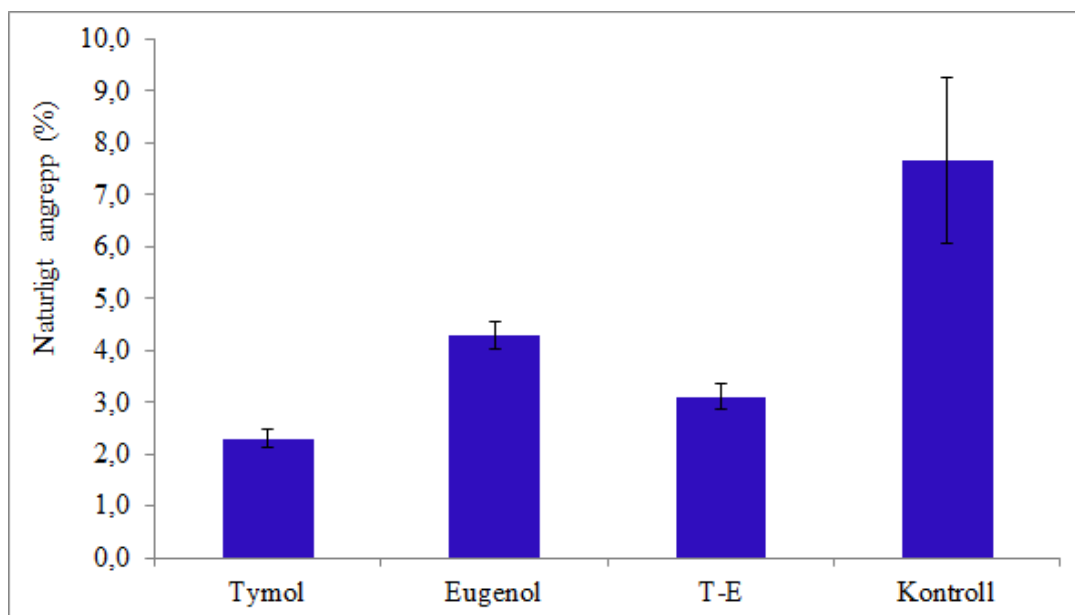


Fig. 9. Effekten av besprutningsmedel på det totala naturliga svampangreppet under 12 lagringsveckor, 2014, Amorosa, (T-E tymol eugenol).

De fältbehandlingar som följdes av efterskörd doppning i T-E lösning hade positiva effekter på det totala naturliga svampangreppet samt på angreppet av *P. expansum* (Tabell 10). T-E och tymol visade de största effekterna.

Tabell 10. Effekten av olika fältbehandlingar och efterskörd doppning i T-E lösning på naturligt svampangrepp under kylagring i 16 veckor (2014, Amorosa).

Besprutningsmedel	Tid	<i>P. expansum</i>	<i>Neofabraea</i>	<i>Monilinia</i>	Total
Tymol	Fyra veckor innan skörd	3,3 bc <sup>z</sup>	0,3 b	0,0 a	3,7 bc
Eugenol		5,3 ab	1,3 b	0,0 a	6,7 b
T-E *		1,0 c	0,0 b	0,0 a	1,0 c
Tymol	Strax innan skörd	1,0 c	0,0 b	0,3 a	1,3 c
Eugenol		2,0 c	0,0 b	0,0 a	2,7 c
T-E *		4,0 abc	0,0 b	0,0 a	4,0 bc
Tymol	Vid båda tillfällen	1,3 c	0,7 b	0,7 a	2,7 c
Eugenol		1,3 c	0,0 b	1,0 a	2,3 c
T-E *		3,0 bc	0,0 b	0,0 a	3,0 c
Kontroll		7,0 c	7,7 a	1,7 a	16,3 a
<i>P</i>		0,000	0,000	0,234	0,000

\* T-E. Tymol-eugenol, z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

Olika fältbehandlingar visade olika effekter på lesionsdiameter som orsakats av efterskördsinokulering med *P. expansum*. Eugenol visade ingen signifikant skillnad med kontrollen, medan tymol och T-E minskade lesionsdiameteren med 20 % respektive 24 % jämfört med kontrollen. Att spruta två gånger förbättrade effekten jämfört med en gångs besprutning (Tabell 11).

Tabell 11. Effekten av trädbesprutning på lesionsdiameter hos frukt som inokulerades med *P. expansum* innan lagring (2014, Amorosa).

Besprutningsmedel	Lesionsdiameter (mm)	Besprutningstid	Lesionsdiameter (mm)		
			Tymol	Eugenol	T-E
Tymol	78,3 b <sup>z</sup>	Fyra veckor innan skörd	93,3 a	95,0 a	76,7 ab
Eugenol	91,7 a	Strax innan skörd	92,0 a	88,3 a	93,3 a
T-E *	74,4 b	Vid båda tillfällen	48,3 b	91,7 a	53,3 b
Kontroll	98,3 a				
<i>P</i>	0,000	<i>P</i>	0,000	0,394	0,006

\* T-E. Tymol-eugenol, z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

T-E fältbehandling hade en signifikant effekt på lesionsdiameter som orsakats av efterskörd sinokulering med *Neofabraea sp.* Lesionstorleken minskades med 50 % jämfört med kontrollen. Tymol och eugenol visade ingen signifikant effekt (Tabell 12).

Tabell 12. Inverkan av olika besprutningsmedel och besprutningstider på lesion diametern orsakat av inokulering på frukt med *Neofabraea* sp. 2014, *Amorosa*.

Besprutningsmedel	Lesion diameter (mm)
Tymol	46,7 ab <sup>z</sup>
Eugenol	67,0 a
T-E *	27,3 b
Kontroll	57,4 a
<i>P</i>	0,006

\* T-E. Tymol-eugenol, z. värdena följs av olika bokstäver som visar signifikanta skillnader vid  $p < 0,05$ .

### III.3. Lådor som smittkällor

Att behandla lådor med T-E minskade svampangreppet hos skadade frukter med 36 % och hos oskadade frukter med 33 % jämfört med obehandlade lådor (Fig. 10). Behandlingarna och fruktillståndet hade signifikant inverkan på svampangreppet ( $P = 0,025$  respektive  $P = 0,000$ ). Skadade frukter visade mer svampangrepp jämfört med oskadade frukter. Figuren visar också en signifikant interaktion mellan behandlingarna och fruktillståndet ( $P = 0,008$ ).

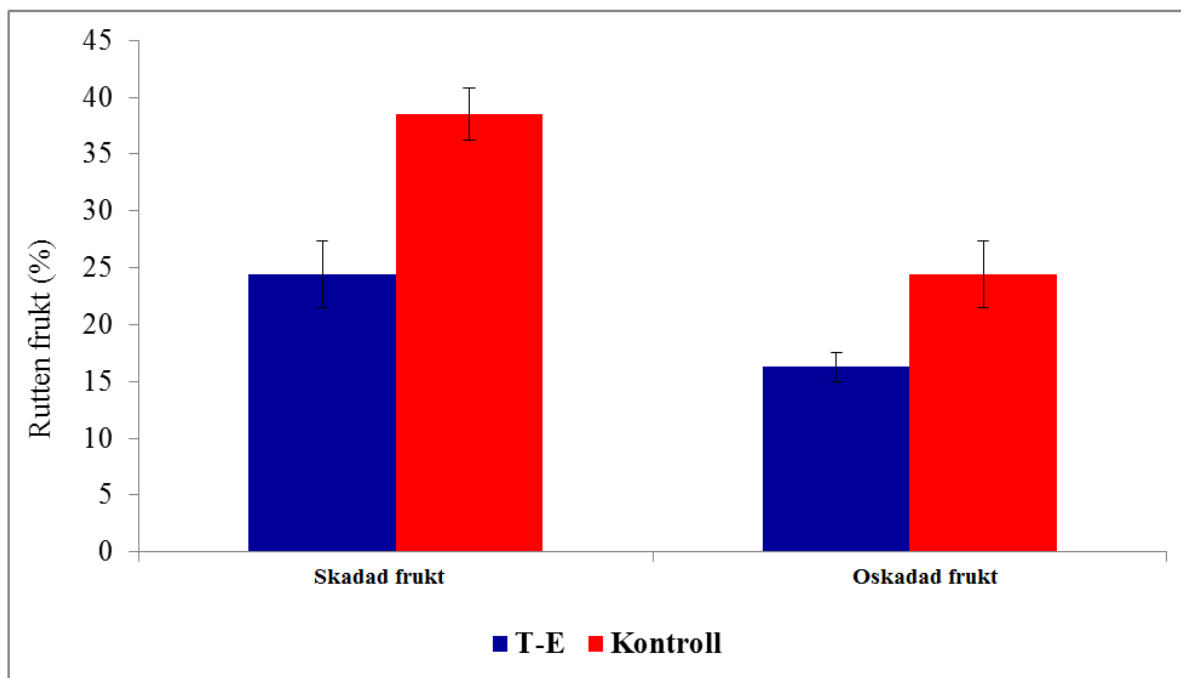


Fig. 10. Desinficeringen av lådor med T-E (tymol-eugenol).



## IV. Diskussion och slutsats

Patogener som orsakar fruktröta efter skörd kan angripa frukten på fält, under lagring eller vid försäljning. Ett grundläggande krav för att använda och lyckas med integrerat växtskydd, är att kunna identifiera de svamparter som orsakar lagringsförlusterna i området. Resultatet visade att svamparterna som dominerade i försöket var gloeosporium., *Penicillium expansum* och *Monilinia fructigena*. Detta bekräftade tidigare resultat om vad det är som förtär svenska äpplen under lagring (Tahir, 2014).

Nyligen visade en studie att det mesta av gloeosporium-rötan kan orsakas av en av de tre viktigaste svamparterna; *Neofabraea perennans*, *Neofabraea alba* eller *Neofabraea malicorticis* (Spotts, *m.fl.* 2009). *Neofabraea*-arter angriper frukten redan i odlingen och orsakar små döda fläckar på skalet som sprider sig in i frukten under fuktigt väder (bild 2). Sporererna ligger latent i lenticellerna, eller i sår på skalet innan de börjar växa när frukten har nått en viss mognadsfas i lagret. Frukter är mest mottagliga för angreppet strax efter blomning, och känsligheten minskar under sommaren, för att åter öka något närmare skörden. Om blommorna infekteras kan sjukdomen utvecklas under odlingssäsongen, men smittan kan också ligga latent och utvecklas först när frukten ligger i lagret (Mari, *m.fl.* 2002). Därför, sprutades träden i denna undersökning vid olika tillfällen (i mitten av maj, i början av augusti samt i början av september).

Grönmögel går även under benämningen mjuk röta och orsakas av svampen *P. expansum*, som vanligtvis uppträder i slutet av lagringen. Fläckarna som orsakas av *P. expansum* får ljusbrun färg på röda frukter och grön-brun till mörkgul färg på gula frukter. När det infekterade området börjar bli mjukt så utvecklas rötan snabbt och hela frukten blir förstörd. Under fuktig atmosfär bildas massor av blågröna konidier på fruktskalet. Sporererna hos denna mycket aggressiva svampsjukdom, sprids via luften (bild 2).

Fruktmögel orsakas framför allt av svampen *Monilinia fructigena*. Fruktmöglet som angriper frukten strax innan skörd, börjar som stora bruna rötor, som täcks av vita till bruna koncentriska ringar av mycelkuddar, i vilka det bildas sporer. Frukterna kan också få bruna fläckar som plötsligt blir svarta och sprider sig till hela frukten. Skalet fortsätter att vara mjukt och känns läderaktig (Maxin, 2012) (bild 2).



**Bild 2. Symptom på olika svampangrepp på äppelfrukt (1. *Neofabraea*; 2. *P. expansum* och 3. *M. fructigena*), foto: Ibrahim Tahir.**

Användningen av fungicider i IP-odling har kraftigt begränsats i Sverige samtidigt som det för närvarande inte finns något effektivt medel som är godkänt inom ekologisk odling, för kontroll av lagringssjukdomar hos äpple och päron. Det finns ett stort antal olika föreningar i växtoljor som kan alternera syntetiska fungicider; dock har de inte utvecklats till produkter på kommersiell nivå (Plotto, *m.fl.* 2003; Sellamuthu, *m.fl.* 2013). För att ersätta fungicider med miljövänliga antipatogen ämnen, undersöktes, i en tidigare studie, effekten av fyra olika bioaktiva ämnen på svampangreppet i äpplen (*in vivo*) och även på tillväxten av två patogener (*P. expansum* och *Neofabraea sp.*) (*in vitro*). Tymol och eugenol visade sig ha högre

hämningseffekt. Denna effekt behövde undersökas även på fält då efterskördbehandlingen inte är tillåtet i Sverige oavsett ämne.

Förekomsten av svampangrepp efter skörd beror på fruktslag och sort, mognadsstadiet vid skörd, transport- och lagringsförhållanden samt återförsäljningsvillkor i butiken. Av dessa anledningar var det, i detta försök, viktigt att spruta träden vid olika tillfällen, plocka frukten i samma mognadsstadium (pre-klimakterium), behandla en del av frukterna med samma ämnen även efter skörd, och att undvika att behandla eller lagra skadade frukter. Alla frukter lagrades i samma kommersiella kylagring. Äppelsorten "Amorosa" och päronsorten 'Clara Frejs' visade sig ha en ganska låg tolerans mot svampangrepp i tidigare studier (Tahir, *m.fl.* 2007; Tahir, 2010), därför valdes just dessa sorter för denna undersökning.

Behandlingen av äpple- och päron med tymol, eugenol eller en tymol-eugenol blandning (T-E) hade inga negativa effekter på frukt kvaliteten vid skörd eller efter lagring. Oljorna som fungerar som beläggningssämnen på frukten, kan minska förlusten av vattenånga och flyktiga aromämnen och därmed fördröja biverkningarna från andningsprocessen. Några av dessa behandlingar förbättrade fruktfastheten och fruktens förmåga att behålla sin fasthet under lagring.

Päronträdsbesprutning med T-E minskade det totala naturliga svampangreppet efter lagring. Tymol, ensam, hade den bästa effekten på det totala naturliga svampangreppet efter lagring hos äpple. Efterskördbehandlingen med T-E förbättrade effekten av trädbesprutning med båda ämnena. Trädbehandling med T-E eller bara med tymol minskade lesionstorleken som orsakades av konstgjord inokulation med *P. expansum* hos päron- eller äppelfrukt. Endast T-E minskade lesionsdiametern hos äpple frukt, som artificiellt inokulerades med *Neofabraea*. Det hade däremot ingen positiv effekt på päronfrukt, när det inokulerades med samma svamp.

Växtoljor består av terpenoider, sequiterpener och diterpener, som har många olika funktionella grupper bl.a. alkoholer, aldehyder, acykliska citral och laktoner (Tajkarimi, *m.fl.* 2010). Oljorna hämmar svampangrepp efter skörd, främst på grund av deras direkta inverkan på mycelietillväxten och sporgroningen av patogener genom att påverka den cellulära metabolismen (Regnier, *m.fl.* 2010). Pga. oljans förmåga att stöta bort vatten (Hydrofobiciteten) kan dess komponenter partitionera lipidskikten av svampcellmembran och därmed avbryta membranstrukturer och cellmembransintegriteten. Dessa förändringar kan öka flödet av protoner och modifiera cellens pH, som påverkar den kemiska sammansättningen av cellerna och de metaboliska processer i patogencellerna, vilket slutligen resulterar i celledöd (Beckman, 2000).

Patogenresistensen mot syntetiska fungicider har utvecklats snabbt under den senaste perioden. Sådan resistans kan inte skapas mot oljor eftersom potentialen hos växtoljor beror på flera antimikrobiella mekanismer (Koul, *m.fl.* (2008).

Besprutningstiden spelade också en roll eftersom behandlingen vid två tillfällen visade bättre resultat jämfört med behandling vid ett tillfälle. Fyra veckor innan skörd kan vara en kritisk period för svampangreppet eftersom besprutning av träden med oljor vid ett tillfälle (under den kritiska tiden) eller två gånger (under den kritiska tiden samt strax innan skörd) förbättrade hämningseffekten på svampangreppet, jämfört med träd som ej sprutades eller bara sprutades strax innan skörd. Bestämningen av infektionstider och de perioder där frukten är mer känslig mot svampangrepp, är mycket viktigt för att få fram ett korrekt besprutningsschema.

Olika studier har rekommenderat olika aktiva koncentrationer för tymol. Plotto, *m.fl.* (2003) föreslog 5-10 gm/L för att hämma *Botrytis cineria* i tomat. För *Colletotrichum*

*gloeosporioides* på avokado frukt, rapporterade Sellamuthu, *m.fl.* (2013) 66,7 µl/L. Liu, *m.fl.* (2009) hävdade att 600 µl/L kan hämma svampangrepp i citron. För eugenol, rekommenderade Amiri, *m.fl.* (2010), 2 g/l för att minska svampangrepp hos äpple. Fler studier bör utföras för att de mest effektiva koncentrationerna och behandlingstiderna ska kunna rekommenderas.

Även om ett årsundersökning inte presenterar definitiva vetenskapliga slutstater, visade försöksresultaten att bekämpning med bioaktiva ämnen har god förmåga att begränsa naturligt svampangrepp hos äppel- och päronfrukter under lagring. Dessa lovande hämningseffekter på svampangrepp kan minska odlarens förluster och förbättra småföretagarens konkurrenskraft, genom att tillgodoföra marknaden kvalitetsfrukt som är skade- och bekämpningsmedelsfri samt har bra hållbarhet under försäljningsperioden.

Dessa resultat presenterades vid ett seminarium om ekologisk fruktodling (Alnarp). Det har även diskuterats med Äppelriket och olika ekologiska odlare som har deltagit i projektet. Resultaten kommer att publiceras i en vetenskaplig journal när vi får fram mer konkreta slutsatser efter pågående fortsatta studier i ämnet.

## **Tack!**

Slutligen vill jag tacka alla som har hjälpt mig att genomföra denna förestudie. Speciellt tack till Tillväxt Trädgård för finansieringen av detta försök, till Professor Marie Olsson och Karl-Erik Gustavsson för hjälp och alla excellenta råd samt till Henrik Stridh, VD, Äppelriket och Kiviksmusteriet för det fantastiska samarbetet.

## **V. 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.
- Beckman, C.H. 2000. Phenolic-storing cells: key to programmed cell death and periderm formation in wilt disease resistance and in general defense response in plants. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 57:101-110.
- Camelo, L. and Gomez, P. 2004. Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasileira, Brasília,* 22:534-537.
- Chu, C.L., Liu, W.T., Zhou, T. and Tsao, R. 1999. Control of post harvest gray mold rot of modified atmosphere packaged sweet cherries by fumigation with thymol and acetic acid. *Can. J. Plant Sci.* 79:685–689.
- Chu, C.L., Liu, W.T. and Zhou, T. 2001. Fumigation of sweet cherries with thymol and acetic acid to reduce post harvest brown rot and blue mold rot. *Fruits* 56:123–130.
- Kalemba, D. and Kunicka, A., 2003. Antibacterial and antifungal properties of essential oils. *Curr. Med. Chem.* 10:813-829.
- Koul, O., Walia, S. and Dhaliwal, G.S. 2008. Essential oils as green pesticides: potential and constraints. *Biopestic. Int.* 4:63-84.
- Liu, W.T., Chu, C.L. and Zhou, T. 2002. Thymol and acetic acid vapors reduce post harvest brown rot of apricot and plums. *HortScience* 37:151–156.
- Liu, X., Wang, L.P., Li, Y.C., Li, H.Y., Yu, T. and Zheng, X.D. 2009. Antifungal activity of thyme oil against *Geotrichum citriaurantium* in vitro and in vivo. *J. Appl. Microbiol.* 107:1450-1456.

- Mari M., Leoni, O., Iori, R. and Cembali, T. 2002. Antifungal vapour-phase of allyl-isothiocyanate against *Penicillium expansum* on pears. *Plant Pathol.* 51:231–236.
- Maxin, P. 2012. Improving apple quality by hot water treatment. PhD Thesis, Aarslev; Denmark.
- Neri, F., Mari, M., Brigati, S. and Bertolini, P. 2009. Control of *Neofabraea alba* by plant volatile compounds and hot water. *Postharvest Biol. Technol.* 51:425–430.
- Neri, F., Donati, I., Veronesi, F., Mazzoni, D., Mari, M. 2010. Evaluation of *Penicillium expansum* isolates for aggressiveness, growth and patulin accumulation in usual and less common fruit hosts. *Int. J. Food Microbiol.* 143:109-117.
- Plotto, A., Roberts, R.G. and Roberts, D.D. 2003. Evaluation of plant essential oils as natural postharvest disease control of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Acta Hort.*, 628:737-745.
- Prusky, D. 2011. Reduction of the incidence of postharvest quality losses, and future. *Prospects Food Secur.* 3:463-474.
- Regnier, T., Combrinck, S., Du Plooy, W. and Botha, B. 2010. Evaluation of *Lippia scaberrima* essential oil and some pure terpenoid constituents as postharvest mycobiocides for avocado fruit. *Postharvest Biol. Tec.* 57:176-182.
- Schatzmayr, G., Zehner, F., Taubel, M., Schatzmayr, D., Klimitsch, A., and Loibner, A.P. 2006. Microbiologicals for deactivating mycotoxins. *Mol. Nutr. Food Res.* 50:543-551.
- Sellamuthu, P.S., Sivakumar, D., Soundy, P. and Korsten, L. 2013. Enhancing the defence related and antioxidant enzymes activities in avocado cultivars with essential oil vapours. *Postharvest Biol. Tec.* 81:66-72.
- Serrano, M., Martínez-Romero, D., Castillo, S., Guillen, F. and Valero, D. 2005. The use of antifungal compounds improves the beneficial effect of map in sweet cherry storage. *Innov. Food Sci. Emerg. Technol.* 6:115-123.
- Spotts, R.A., Seifert, K., Wallis, K., Sugar, D., Xiao, L., Serdani, M., and 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., Johansson, E. and Olsson, M.E. 2007. Improvement of quality and storability of apple cv. Aroma by adjustment of some pre-harvest conditions. *Scientia Hort.* 112:164-171.
- Tahir, I. och Nybom, H. 2008. Jämförande försök med skorvresistenta äpplesorter. Fakta från Partnerskap Alnarp. No. 8:1-4.
- Tahir, I. 2010. Improvement of pear cultivars storability, 2010-2011, The Swedish Farmers' Foundation for Agricultural Research.
- Tahir, I. 2014. Var är det som förtär äpple under lagring. SLU, LTV. 14.
- Tajkarimi, M.M., Ibrahim S.A. and Cliver, D.O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control* 21:1199–1218.
- Valverde, J.M., Guillen, F., Martinez-Romero, D., Castillo, S., Serrano, M. and Valero, D. 2005. Improvement of table grapes quality and safety by the combination of modified atmosphere packaging (MAP) and eugenol, menthol, or thymol. *J. Agric. Food Chem.* 53:7458-7464.
- Weber, R. and Roland, W. 2009. An evaluation of possible effects of climate change of pathogenic fungi in apple production using fruit rots as examples. *Erwerbsobtsbau* 51:115-120.

Ibrahim Tahir  
 SLU – Växtförädling Inst.  
 Mars, 2015