



## Thymol/eugenol-behandling

## Kontroll; obehandlad

### **Mindre förluster, bättre kvalitet i ekologisk äppelodling steget mellan forskning och praktiskt användande, del 2**

Less losses, better quality in organic apple cultivation - the step between research and practice

Ibrahim Tahir, Henrik Stridh, Karl-Erik Gustavsson och Marie Olsson

Inst. för växtförädling, Sveriges lantbruksuniversitet. Nr 7 | 2026

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

## Mindre förluster, bättre kvalitet i ekologisk äppleodling steget mellan forskning och praktiskt användande, del 2

**Författare:** Ibrahim Tahir, Institutionen för växtförädling, SLU  
Henrik Stridh, Äppelriktet Österlen ekonomisk förening  
Karl-Erik Gustavsson, Institutionen för växtförädling, SLU  
Marie Olsson, Institutionen för växtförädling, SLU ORCID 0000-0003-0692-3220

**Utgivningsår:** 2026, Alnarp.

**Utgivare:** Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet

**Serie:** Landskapsarkitektur, trädgård, växtproduktionsvetenskap: rapportserie

**Delnummer:** 2026:7

SLU Partnerskap Alnarps projekt nr: PA1045/17Trgrd samt PA1045/18Trgrd

**Layout:** Grafisk service, SLU.

**Omslagsfoto:** Ibrahim Tahir

**ISBN:** 978-91-8046-963-0 (elektronisk).

**DOI:** <https://doi.org/10.54612/a.69rboblnd0>

© 2026 (Ibrahim Tahir, Henrik Stridh, Karl-Erik Gustavsson, Marie Olsson)

# Projektsammanfattning

---

Olika svampsjukdomar orsakar skador på frukt, både under odling och under lagring. Detta leder ofta till en kraftigt reducerad produktivitet i ekologisk äpplodling jämfört med IP-odling. Tidigare undersökningar har visat att essentiella oljor, och specifikt en blandning av tymol och eugenol, kraftigt kan reducera förekomst av svampsjukdomar och dess negativa effekter, om fruktträden behandlas med dessa.

I detta projekt har träden av två äpplsorser; 'Amorosa' och 'Cox Holstein', sprutats med en tymol/eugenolblandning, vid ett flertal tillfällen, under odlingssäsongen för att konfirmera behandlingens effektivitet vid given koncentration och tillfällen i en kommersiell odling. Utfallet på fruktkvalitet

efter lagring fem månader i ULO- samt kylagring har undersökts. Vidare har även frekvens av de olika svamppatogenerna fastställs, och behandlingens effektivitet mot respektive patogen.

Resultaten visar att tymol/eugenol-behandlingen har god förmåga att reducera förluster orsakade av svampsjukdomarna. Behandling av träd med blandningen av tymol och eugenol reducerade spontant uppkomna svampangrepp under ULO-lagring med 40 % och under kylagring med 48 % jämfört med frukt från obehandlade träd för 'Amorosa', respektive 69% och 47% för 'Cox Holstein'. Bitterröta samt lenticellröta var de svamppatogener som orsakade mest skador, men dessa kunde reduceras kraftigt med tymol/eugenol-behandlingen.



# Abstract

---

Various fungal diseases cause damage to fruit, both during cultivation and storage. This often leads to significantly reduced productivity in organic apple farming compared to IP farming. Previous studies have shown that essential oils, and specifically a mixture of thymol and eugenol, can greatly reduce the occurrence of fungal diseases and their negative effects if the fruit trees are treated with them.

In this project, a thymol/eugenol mixture was used in the cultivation of 'Amorosa' and 'Cox Holstein' on several occasions during the growing season to confirm the treatment's effectiveness at the given concentration and timing in a commercial orchard. The impact on fruit quality after five months of storage in ULO as well as cold storage has been

examined. Furthermore, the frequency of the different fungal pathogens has been established, along with the treatment's effectiveness against each pathogen.

The results show that the thymol/eugenol treatment has a good ability to reduce losses caused by fungal diseases. Treatment of trees with the mixture of thymol and eugenol reduced naturally occurring fungal infections during ULO storage by 40% and during cold storage by 48% compared to fruit from untreated trees for 'Amorosa', and 69% and 47% for 'Cox Holstein', respectively. Bitter rot and lenticel rot were the fungal pathogens that caused the most damage, but these could be significantly reduced with the thymol/eugenol treatment.



# Innehåll

<b>Projektsammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>Abstract</b>	<b>5</b>
<b>Bakgrund</b>	<b>9</b>
<b>Syfte</b>	10
<b>Metod</b>	10
Fältförsök med behandlingar av träd, kvalitetskontroll samt lagring av frukt	10
Statistik	10
<b>Resultat</b>	10
Effekt på fruktkvalitet vid skörd	10
Effekt på fruktkvalitet under lagring	11
'Amorosa':	11
'Cox Holstein':	13
Effekt på spontant uppkomna svampangrepp under lagring	13
'Amorosa'	13
'Cox Holstein'	15
<b>Diskussion</b>	<b>18</b>
<b>Slutsats</b>	<b>19</b>
<b>Referenser</b>	20



# Bakgrund

---

Lagringsjukdomar orsakade av olika svampsjukdomar leder ofta till en kraftigt reducerad produktivitet i ekologisk äppelodling jämfört med IP-odling. Även dessas effekter i fält bidrar till den lägre avkastningen (Amiri et al., 2008; Tahir et al., 2015). Detta beror främst på att det inte finns några kemiska medel som är godkända för kontroll av lagringsjukdomar innan eller efter skörd. Vidare visar flera icke-kemiska växtskyddsmedel svag effektivitet eller orsakar oönskade effekter som t.ex. skalbränna (Niri et al., 2009).

Vissa bioaktiva föreningar kan hämma tillväxten av svamp hos äpple (Neri et al., 2009). 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 terpen; sequiterpen och diterpen, som har många olika funktionella grupper som alkoholer, aldehyder, acykliska estrar och laktoner (Tajkarimi et al., 2010). Under senare år har forskningen fokuserat på en kombination mellan miljövänliga beläggingsmaterial (stärkelse, gummi, sojaprotein, gelatin och oljor) och EO, som säkra medel mot svampangrepp. Exempelvis är eugenol, från kryddnejlikor eller basilika, den mest aktiva komponenten mot svampangrepp orsakat

av *Botrytis cinerea* och *Monilinia fructigena* hos äpple (Amiri et al., 2008). Tymol har visat sig motverka svamptillväxt i flertalet undersökningar, och har även visat synergieffekt med eugenol (Marchese et al., 2016). Tymol och eugenol är godkända inom EU som växtskyddsmedel (Kommissionens genomförandeförordning (EU) nr 546/2013 och nr 568/2013).

I tidigare projekt har vår forskningsgrupp vid SLU i samarbete med Äppelriket undersökt flera olika metoder för att reducera svampangrepp i odling och under lagring. Efter att ha sammanfattat resultaten (2014-2016), så valdes, tillsammans med Äppelriket, ut den metod som vi bedömde var mest effektiv (en blandning av tymol och eugenol i en utvald koncentration). Våra resultat visar också att tidpunkten för behandling påverkar effektiviteten av behandlingen.

Av de undersökta behandlingarna bedömer vi att behandling tymol (45 mg/l) kombinerad med eugenol (3 g/l) är mest effektiv, och som lättast skulle kunna appliceras i kommersiell ekologisk odling. Skälen till att vi väljer att behandla före skörd är att, trots vissa signaler om ändringar, så är det ännu inte tillåtet att behandla frukt efter skörd i ekologisk odling.

## Syfte

Projektet syftar till att undersöka inverkan av den i tidigare undersökningar indikerade metoden för behandling med det mest effektiva antisvampmedlet (tymol-eugenol) på lagringsduglighet i ekologisk äppelodling och kvalitet på en kommersiell nivå och på två viktiga äppelsorter.

## Metod

### *Fältförsök med behandlingar av träd, kvalitetskontroll samt lagring av frukt*

Sjuttioåtta träd av 'Amorosa' och samma trädantal av 'Cox Holstein' markerades i en ekologisk odling (Kiviks musteri) under 2018 och delades in i tre block. Varje träd sprutades med 350 ml av antisvampmedlet (45 mg tymol, 3 g eugenol i en liter vatten) vid fyra tillfällen, i juni, juli, augusti och september. Sjuttioåtta träd av 'Amorosa' och samma trädantal av 'Cox Holstein' markerades i samma ekologiska odling och delades i tre block. Träden lämnades utan behandling som kontroll.

Alla frukter plockades i den optimala skördetidspunkten, vägdes och räknades. Den optimala skördetidspunkten bestämdes enligt Streif index (fasthet/(löslig torrs substans x stärkelsenedbrytning)). Frukten plockades när Streif index var 0,16. Fruktkvalitet bedömdes på 15 frukter per block vid skörd och efter lagring. Fruktfärgen bedömdes enligt färgindex. Färgindex är en kombination av färgljushet (L), täckfärg (a) och grundfärg (b). 
$$\text{Färgindex} = (a \star 1000) / (L \star b)$$
 (Camelo och Gomez, 2004). Fastheten bedömdes med penetrometer, löslig torrs substans med refraktometer och stärkelsenedbrytning med jod-test.

Efter kvalitetsbedömning av frukten förvarades 1300 frukter per sort i kyl-lager (2°C och 90 % relativ luftfuktighet) respektive i ULO lagring (2 grader, 2 kPa syre och 2 kPa koldioxid samt 90% fuktighet) under fem månader. Fruktkvalitet (fasthet, löslig torrs substans och färg) samt spontant uppkomna svampangrepp bedömdes efter avslutad lagring.

## Statistik

En komplett randomiserad design användes för experimentet och resultaten utvärderades i ett antal variansanalyser. Förekomst av signifikanta skillnader mellan olika försöksled undersöktes med Tukey's test ( $\alpha = 0,05$ ). Alla beräkningar utfördes med hjälp av Minitab 17.2.4.0 (Minitab Ltd., PA, USA).

## Resultat

### *Effekt på fruktkvalitet vid skörd*

Besprutning av träden med tymol-eugenol påverkade inte fruktvikten oavsett säsongen och äppelsorten (Tabell 1). Trädbesprutningen visade varken effekt på fruktsockerinnehåll (SSC), täckfärg eller färgindex hos båda sorterna 'Amorosa' och 'Cox Holstein' (Tabell 1). Frukt från behandlade träd hade bättre fasthet jämfört med frukt från obehandlade träd (7-10% högre). Trädbesprutningen förbättrade grundfärgen bara hos 'Cox Holstein' frukt och inte hos 'Amorosa' frukt (Tabell 1).

Tabell 1. Effekten av behandling med nya bekämpningsmedel (tymol-eugenol) på fruktkvalitet vid skörd (n=45). Tymol 45 mg /l och eugenol 3 g per liter. Varje träd sprutades med 350 ml. G.F grundfärg. SSC löslig torrs substans. Färgindex =  $(a \cdot 1000) / (b \cdot L)$ . z. Värden som åtföljs med olika bokstäver inom samma kolumn/sort visade signifikanta skillnader, Tukey vid  $P \leq 0,5$ . ns. inte signifikant.

Sort	Behandling	Fruktvikt (g)	G.F (1-10)	Täckfärg (%)	Färgindex	Fasthet (N)	SSC (%)
'Amorosa'	Tymol-eugenol	133,0 a <sup>z</sup>	5,8 a	55,2 a	3,4 a	77,4 a	12,2 a
	Kontroll	120,7 a	6,2 a	63,4 a	9,4 a	72,4 b	12,4 a
	P	ns	ns	ns	ns	0,000	ns
'Cox Holstein'	Tymol-eugenol	145,7 a	7,5 b	81,3 a	10,9 a	97,0 a	14,7 a
	Kontroll	130,7 a	5,6 a	74,0 a	13,6 a	88,1 b	14,3 a
	P	ns	0,013	ns	ns	0,000	ns

### Effekt på fruktkvalitet under lagring

#### 'Amorosa':

Behandling av träden med tymol-eugenol förbättrade fruktutseende efter lagring jämfört med frukt från obehandlade träd oavsett lagringsmetod (Tabell 2). Behandlingen påverkade inte fruktfärgen (grundfärg, täckfärg och färgindex) oavsett lagringsmetod (Tabell 2). Frukt från behandlade träd hade högre fasthet efter lagring jämfört med frukt från obehandlade träd. ULO-lagring gav samma

positiva effekt på fastheten, som en kombination av trädbesprutning och kyl-lagring gav (Tabell 2). Den lägsta fastheten observerades hos frukt från obehandlade träd efter kyl-lagring (Tabell 2). Frukt i ULO-lagring visade bättre socker-innehåll (SSC) jämfört med frukt i kyl-lagring, men trädbesprutningen gav ingen effekt på fruktsocker-innehållet (Tabell 2).

Tabell 2. Effekten av fältbehandling med nya bekämpningsmedel (tymol-eugenol) på fruktkvalitet efter lagring, n= 45. T-E:Tymol 45 mg /l och eugenol 3 g per liter. G.F grundfärg. SSC löslig torrs substans. Färgindex = (a\*1000)/(b \* L). z.Värden som åtföljs med olika bokstäver inom samma kolumn/sort/lagring eller behandling visade signifikanta skillnader, Tukey vid P≤0,05. ns. inte signifikant.

Sort	Lagring	Behandling	Utseende (1-10)	G.F (1-10)	Täckfärg (%)	Färgindex	Fasthet (N)	SSC (%)	
Amorosa	ULO	T-E	7,1 a <sup>z</sup>	7,2 a	61,6 a	5,2 a	81,0 a	12,8 a	
		Kontroll	5,8 ab	7,1 a	57,7 a	4,7 a	70,1 ab	12,2 a	
	Kyl	T-E	5,4 ab	7,0 a	57,1 a	3,1 a	69,2 ab	11,7 a	
		Kontroll	4,2 b	7,2 a	57,6 a	3,0 a	54,1 b	11,4 a	
	P		0,011	ns	ns	ns	0,002	ns	
	Behandling	T-E	6,2 a	7,1 a	59,3 a	4,2 a	75,1 a	12,3 a	
		Kontroll	5,0 b	7,1 a	57,7 a	3,9 a	62,3 b	11,8 a	
		P		0,007	ns	ns	ns	0,007	ns
	Lagring	ULO	6,4 a	7,1 a	59,6 a	4,9 a	76,0 a	12,5 a	
		Kyl	4,8 b	7,0 a	57,3 a	3,1 a	61,1 b	11,6 b	
		P		0,032	ns	ns	ns	0,003	0,036
	Behandling*lagring			ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Cox Holstein	ULO	T-E	7,4 a	7,8 a	73,5 a	29,4 a	77,5 a	17,5 a
Kontroll			6,9 b	7,7 a	68,5 a	13,2 b	65,1 c	17,4 a	
Kyl		T-E	6,8 a	7,9 a	69,2 a	18,7 ab	70,2 b	16,1 a	
		Kontroll	5,1 b	7,1 a	72,7 a	17,7 ab	60,4 d	16,2 a	
P			0,000	ns	ns	0,024	0,015	ns	
Behandling		T-E	7,1 a	7,9 a	71,3 a	24,1 a	74,0 a	16,8 a	
		Kontroll	6,0 b	7,4 a	70,6 a	15,5 b	64,1 b	16,9 a	
		P		0,001	ns	ns	0,019	0,005	ns
Lagring		ULO	7,2 a	7,8 a	71,0 a	21,4 a	71,2 a	17,4 a	
		Kyl	5,9 b	7,5 a	70,9 a	18,2 a	66,0 b	16,2 b	
		P		0,001	ns	ns	ns	0,011	0,040
Behandling*lagring			0,035	ns	ns	0,032	ns	ns	

### 'Cox Holstein':

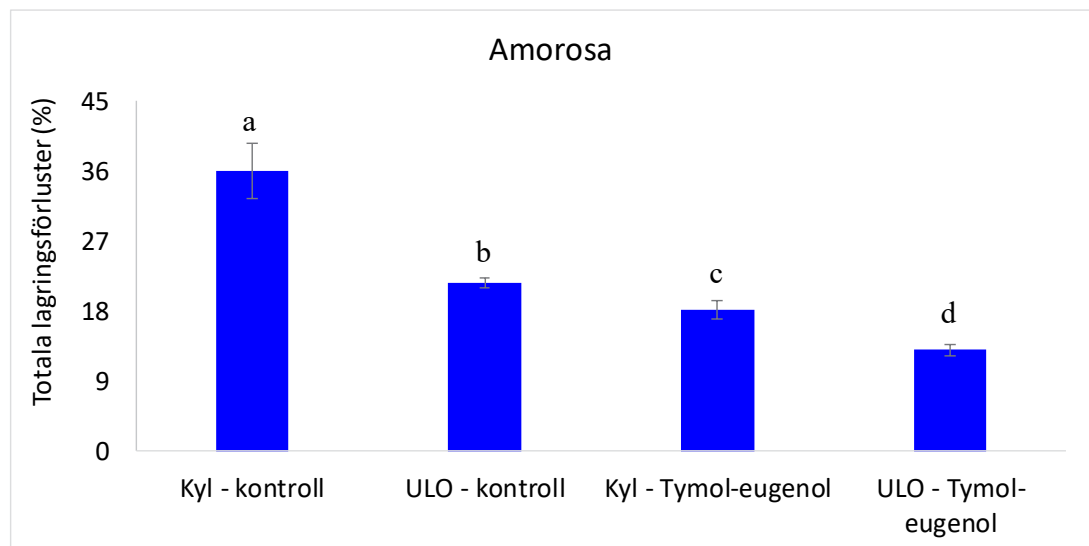
Behandling av träden med tymol-eugenol förbättrade fruktutseende efter lagring jämfört med frukt från obehandlade träd oavsett lagringsmetod (Tabell 2). Den positiva effekten var proportionellt högre när frukten lagrades i kylagring (Tabell 2). Behandlingen påverkade inte fruktens grundfärg och täckfärg. Frukt från behandlade träd visade bättre färgindex jämfört med frukt från obehandlade träd, men signifikant endast i ULO-lagring. En kombination av trädbesprutning och ULO lagring gav bäst färgindex (Tabell 2). Frukt från behandlade träd hade högre fasthet efter ULO- respektive kylagring jämfört med frukt från obehandlade träd (18% samt 10% högre i ULO- resp. kylagring). En kombination av trädbesprutning och ULO lagring gav bäst fasthet.

Den högsta fastheten observerades hos frukt från behandlade träd som lagrades i ULO (Tabell 2). Frukt i ULO-lagring visade bättre sockerinhåll (SSC) jämfört med frukt i kylagring, men trädbesprutning gav ingen effekt på fruktsockerinhållet (Tabell 2).

### Effekt på spontant uppkomna svampangrepp under lagring

#### 'Amorosa'

Behandling av träd med blandningen av tymol och eugenol reducerade spontant uppkomna svampangrepp under ULO-lagring med 40 % och under kylagring med 48 % jämfört med frukt från obehandlade träd (Fig.1). ULO lagring minskade spontant uppkomna svampangrepp med 48% jämfört med kylagring (Fig.1).



Figur 1. Antipatogeneffekt av nytt bekämpningsmedel (tymol-eugenol) på naturligt svampangrepp under lagring i 5 månader, 'Amorosa', 2018 ( $n = 650$ ,  $P \leq 0,000$ ). Värden  $\pm$ SD, staplar betecknade med olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid  $P \leq 0,05$ .

När spontant uppkomna svampangrepp utvärderades, ägnades speciell uppmärksamhet åt sex olika lagringssjukdomar: lenticellröta (*Neofabraea sp.*), bitterröta (*Colletotrichum sp.*), grönmögel (*Penicillium expansum*), fruktmögel (*Monilinia fructigena*), gråmögel (*Botrytis cinerea*) och gummiliknade mögel (*Phacidiopycnis washingtonensis*) (Tahir, 2014):

**Bitterröta** orsakade 37,0 % av det totala svampangreppet och var den mest destruktiva skadegöraren. Trädbesprutning med tymol-eugenol hade positiv inverkan, då svampangreppet blev 63 % lägre än på frukt från obehandlade träd. I ULO lagring minskade skadorna i behandlad frukt med 71 % jämfört med frukt från obehandlade träd. I kylagring minskade skadorna med 58 % jämfört med träd från obehandlade träd (Tabell 3).

**Lenticellröta** orsakade ca 36,5 % av det totala svampangreppet. Trädbesprutning med tymol-eugenol hade stor effekt, och minskade angripen frukt med 54%. I ULO lagring minskade skadorna i frukt

från behandlade träd med 70 % jämfört med frukt från obehandlade träd. I kylagring minskade skadorna med 46 % jämfört med träd från obehandlade träd (Tabell 3).

**Grönmögel** orsakade ca 8,5 % av det totala svampangreppet. Trädbesprutning med tymol-eugenol hade ingen signifikant effekt, trots att frukt från behandlade träd var helt fri av grönmögel när frukten lagrades i ULO (Tabell 3).

**Fruktmögel** orsakade ca 8,9 % av det totala svampangreppet. Trädbesprutning med tymol-eugenol hade ingen signifikant effekt på denna patogen (Tabell 3).

**Gråmögel och gummiliknade mögel** var inte allvarliga problem under de två säsongerna i denna odling (Tabell 3). De utgjorde 8,9 % av totala förluster. En kombination av tymol-eugenol behandling och ULO-lagring minskade uppkomsten av dessa patogener med 27%. Behandling med tymol-eugenol och kylagring minskade uppkomsten av de övriga svamppatogenerna med 57 % (Tabell 3).

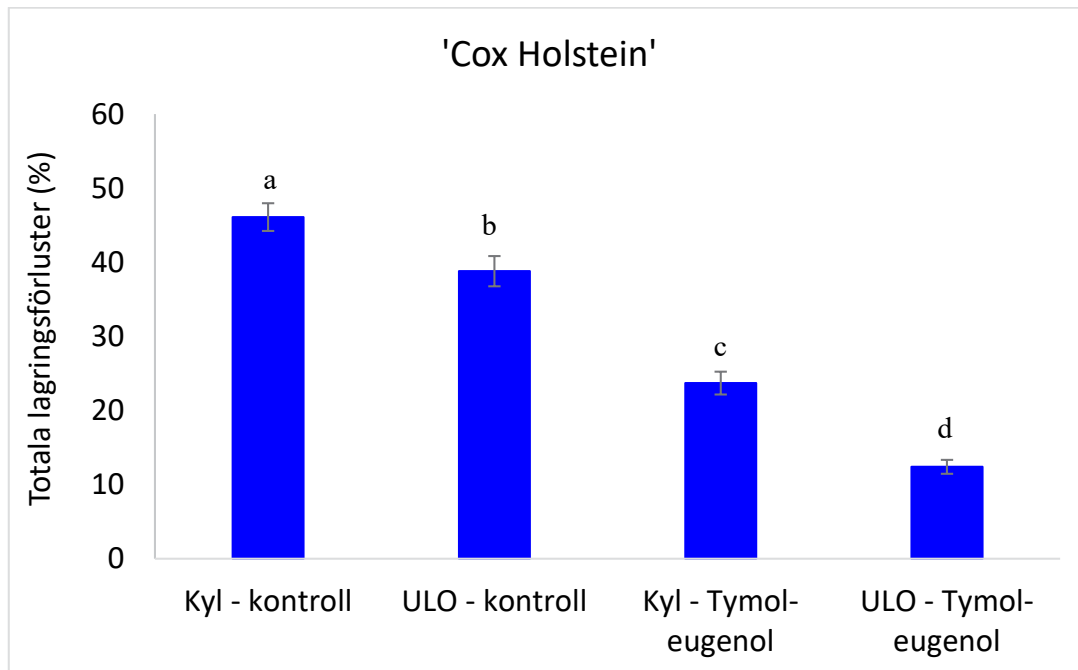
Tabell 3. Effekt nya bekämpningsmedel (tymol-eugenol), motverkande svamp patogener på uppkomsten av olika svampangrepp, sort 'Amorosa' lagrad 5 månader, (n=650). Värden  $\pm$ SD, värden som åtföljs med olika bokstäver inom samma kolumn visade signifikanta skillnader, Tukey vid  $P \leq 0,05$ . T-E = Tymol 45 mg/l och eugenol 3 g per liter. Övriga: *Botrytis cinerea* och *Phacidiopycnis washingtonensis*.

Lagring	Behandling	Grönmö- gel	Lenticell- röta	Bitterröta	Fruktmö- gel	Övriga
ULO	Tymol-euge- nol	0,0 b <sup>z</sup>	3,2 b	3,7 c	1,1 a	0,4 c
	Kontroll	1,7 ab	4,6 b	5,2 b	1,4 a	1,5 b
Kyl	Tymol-euge- nol	2,1 a	4,4 b	4,3 bc	1,0 a	1,3 b
	Kontroll	1,3 ab	9,5 a	7,4 a	1,0 a	2,3 a
<i>P</i>		0,048	0,000	0,000	<i>Ns</i>	0,000
Be- hand- ling	Tymol-euge- nol	1,0 a	3,8 b	4,0 b	1,1 a	0,8 b
	Kontroll	1,5 a	7,0 a	6,3 a	1,2 a	1,9 a
	<i>P</i>	<i>ns</i>	0,000	0,000	<i>ns</i>	0,000
Lagring	ULO	0,9 a	3,9 b	4,4 b	1,3 a	0,9 b
	Kyl	1,7 a	6,9 a	5,9 a	1,0 a	1,8 a
	<i>P</i>	<i>ns</i>	0,000	0,001	<i>ns</i>	0,000
Behandling x lagring		<i>ns</i>	0,002	0,012	<i>ns</i>	<i>ns</i>

### 'Cox Holstein'

Behandling av träd med blandningen av tymol och eugenol reducerade spontant uppkomna svampangrepp under ULO-lagring med 69 % och under kylagring

med 47 % jämfört med frukt från obehandlade träd (Fig.2). ULO lagring minskade spontant uppkomna svampangrepp med 15% jämfört med kylagring (Fig.1).



Figur 2. Antipatogeneffekt av nytt bekämpningsmedel (tymol-eugenol) på naturligt svampangrepp under lagring för 5 månader, 'Cox Holstein', ( $n = 650$ ,  $P \leq 0,000$ ). Värden  $\pm$ 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*) (Tahir, 2014):

**Bitterröta** orsakade 39,0 % av det totala svampangreppet och var den mest destruktiva skadegöraren. Trädbesprutning med tymol-eugenol hade positiv inverkan, då svampangreppet blev 33 % lägre i frukt från behandlade träd än frukt från obehandlade träd. I ULO-lagring minskade skadorna i frukt från behandlade träd med 28 % jämfört med frukt från

obehandlade träd. I kylagring minskade skadorna i frukt från behandlade träd med 37 % jämfört med träd från obehandlade träd (Tabell 4).

**Lenticellröta** orsakade ca 37 % av det totala svampangreppet. Trädbesprutning med tymol-eugenol minskade uppkomsten av lenticellröta med 47 %. I ULO-lagring minskade skadorna med 32 % jämfört med frukt från obehandlade träd. I kylagring minskade skadorna med 62 % jämfört med frukt från obehandlade träd (Tabell 4).

**Grönmögel** var inte ett av de mer allvarliga problemen, och orsakade ca 4,5 % av det totala svampangreppet. Trädbesprutningen med tymol-eugenol hade ingen signifikant effekt (Tabell 4).

**Fruktmög**el orsakade ca 14,5 % av det totala svampangreppet. Trädbesprutning med tymol-eugenol minskade uppkomsten av svampangrepp under lagring med 56 %. En kombination mellan trädbesprutning och ULO-lagring minskade förlusterna med 38% jämfört med frukt från obehandlade träd, medan behandlingen däremot inte visade någon signifikant skillnad när frukten lagrades i kyl-lagring (Tabell 4).

**Gråmög**el och **gummiliknade mög**el var inte allvarliga problem i denna odling (Tabell 4). De gjorde 4,5 % av totala förluster. En kombination av tymol-eugenol behandling och kyl-lagring minskade uppkomsten av dessa patogener med 39 %. Behandling med tymol-eugenol och lagring i ULO hade inte signifikant effekt på svamparna jämfört med frukt från obehandlade träd (Tabell 4).

Tabell 4. Effekt nya bekämpningsmedel (tymol-eugenol), motverkande svamppatogener på uppkomsten av olika svampangrepp, sort 'Cox Holstein' och lagrad 5 månader (n=650). Värden  $\pm$ SD, värden som åtföljs med 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. Övriga: *Botrytis cinerea* och *Phacidiopycnis washingtonensis*.

Lagring	Behandling	Grönmög	Lenticell-röta	Bitterröta	Fruktmög	Övriga
ULO	Tymol-eugenol	0,5 b	4,7 c	4,4 c	1,9 b	0,8 ab
	Kontroll	1,5 ab	14,5 a	15,8 b	5,0 a	1,8 ab
Kyl	Tymol-eugenol	2,1 a	9,6 b	7,8 c	4,0 a	0,1 b
	Kontroll	1,0 ab	15,6 a	20,9 a	5,8 a	2,8 a
P		0,05	0,000	0,000	0,001	0,039
Behandling	Tymol-eugenol	1,3 a	7,1 b	6,1 b	3,0 b	0,5 b
	Kontroll	1,2 a	15,1 a	18,3 a	5,4 a	2,3 a
	P	ns	0,000	0,000	0,000	0,010
Lagring	ULO	1,0 a	9,6 b	10,1 b	3,5 b	1,3 a
	Kyl	1,6 a	12,6 a	14,4 a	4,9 a	1,4 a
	P	ns	0,000	0,001	0,006	ns
Behandling x lagring		ns	ns	0,000	ns	ns

## Diskussion

Resultaten från denna undersökning visade att en blandning av växtolja tymol (45 mg per liter) och eugenol (3 g per liter) hade mycket god effekt på lagringspotentialen hos ekologiska äpplen vid fältbehandling (en gång per månad under säsongen). Behandlingen minskade naturliga svampangrepp under lagring utan att orsaka någon negativ påverkan på fruktkvaliteten (färg, fasthet, smak och utseende). Blandningen av tymol och eugenol minskade svampangreppen genom dess direkta effekt på patogenerna samt genom att påverka fruktens fasthet. Dessa resultat överensstämmer med tidigare studier av efterskördbehandling av frukt (Olsson et al., 2019; Tahir et al., 2015).

En tidigare studie genomförd vid SLU visade att knappt 15 % av lagringsförlusterna hos ekologiska äpplen och knappt 9 % hos IP-äpplen orsakades av fysiologiska sjukdomar, medan den största delen av lagringsförlusterna orsakades av svampangrepp (Tahir, 2014).

Bitterröta (*Colletotrichum* sp.) och lagringssjukdomar orsakade av lenticellröta (*Neofabraea* sp.) stod för de största förlusterna i denna studie av ekologiska äpplen. Bitterröta, som här orsakades av *C. acutatum*, observerades som den mest betydande skadegöraren under fruktlagring i samtliga delar av försöket. Angreppet kan få ett epidemiskt förlopp vid varmt och fuktigt väder. Svampen övervintrar i fruktmumier, infekterade skott, ogräs och knoppar (Tahir, 2014).

Lenticellröta, som orsakas av *Neofabraea*-arter, orsakade näst mest skador i denna studie. Rötan angriper frukten redan i odlingen och orsakar små nekrotiska

fläckar på skalet, vilka senare sprider sig in i fruktköttet. Sporer förblir latenta i lenticellerna eller i sår på skalet tills de börjar växa när frukten når en viss mognadsfas under lagring (Weibel et al., 2005).

Grönmögel, liksom även fruktmögel, gav skador av jämförelsevis mindre omfattning i denna undersökning. Grönmögel orsakas av svampen *Penicillium expansum*, och benämns även mjukröta. Denna svampart är mycket aggressiv och dess sporer kan spridas via luften (Henriquez et al., 2004). Fruktmögel orsakas framför allt av svampen *Monilinia fructigena* och noterades i nästan alla delar av försöket. Regnvatten, fallfrukt och nedfallna kart, mumifierade frukter, vind- och insekts-spridning samt förpackningslådor kan sannolikt utgöra viktiga smittkällor för dessa svamparter i området (Olsson et al., 2019; Tahir, 2014).

Essentiella oljor (EO) har i tidigare studier visat sig motverka bakterie- och svamptillväxt, bland annat hos *Botrytis cinerea* och *Monilinia fructigena* på äpple (Amiri et al., 2008; Romanazzi et al., 2007), körsbär (Chu et al., 2001) och aprikos (Liu & Chu, 2002). Dessa ämnen har dock tidigare inte använts i svenska packerier.

Växtolja består av terpen; seskviterpener och diterpener, vilka innehåller flera funktionella grupper såsom alkoholer, aldehyder, acykliska citraler och laktoner (Tajkarimi et al., 2010). Oljorna hämmar svampangrepp efter skörd, främst genom deras direkta påverkan på myceltillväxt och sporgroning hos patogenerna, via påverkan på den cellulära metabolismen (Regnier et al., 2010). På grund av oljornas hydrofoba egenskaper kan deras

komponenter interagera med lipidlagren i svampcellmembran, vilket leder till störningar i membranstrukturen och cellmembranets integritet. Dessa förändringar kan öka protonflödet och förändra cellens pH, vilket i sin tur påverkar den kemiska sammansättningen och de metaboliska processerna i patogencellerna och slutligen leder till celledöd (Beckman, 2000). Vidare kan växtoljor fungera som beläggningsmedel på frukten och därmed minska förlusten av vattenånga och flyktiga aromämnen, vilket fördröjer negativa effekter av andningsprocessen (Tahir et al., 2015).

Motståndskraften hos frukten styrs i hög grad av mognadshormonet etylen samt av cellväggarnas struktur. Sorter som förlorar en stor del av sin ursprungliga fasthet under lagringsperioden uppvisar jämförelsevis hög mottaglighet för grönmögel (Ahmadi-Afzadi et al., 2013). Ett långsammare förlopp i utvecklingen av mjukhet förbättrar fruktens resistens mot svampangrepp (Tahir et al., 2015).

## Slutsats

Det finns goda möjligheter att minska förekomsten av svampsjukdomar i en ekologisk äppleodling med olika sorter, vid skörd och efter lagring. I förebyggande syfte kan fruktträden sprutas med en kombination av tymol och eugenol vid ett tillfälle per månad (juni–september).

Följande rekommendationer kan ges efter summering av detta projekts resultat, liksom tidigare resultat:

- För att minska angrepp av svamppatogener och påföljande lagringssjukdomar så kan äppelträden besprutas med en blandning av tymol och eugenol (45 mg respektive 3 g/L), företrädesvis i juni, juli och augusti månader.
- För att minska smittspridning av svamppatogener, och därmed minska förekomst av sjukdomarna på frukten, bör mumiefrukter i äppelodlingarna avlägsnas från träden, samt fallfrukt och kart under träden bortrensas.

## Referenser

- Ahmadi-Afzadi M, Tahir I, Nybom H. 2013. Impact of harvesting time and fruit firmness on the tolerance to fungal storage diseases in an apple germplasm collection. *Postharvest Biol. Technol.* 82: 51–58.
- Amiri, A., Dugas, R., Pichot, A.L. 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 K. 2015. Exponering för resthalter av pesticider i konventionellt odlade frukter, bär och grönsaker inom EU och i tredje land jämfört med konventionellt odlade i Sverige samt ekologiskt odlade. Examensarbete, SLU, <http://www.slu.se/Documents/externwebben/centrumbildningar-projekt/epok/Examensarbete%20-%20Katarina%20Beckman%20PDF.pdf>
- Camelo, L. and P. Gomez. 2004. Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasileira, Brasília* 22:534–537.
- Chu, C.L., Liu, W.T. 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.
- Henriquez, J.L., Sugar, D., Spotts, R.A. 2004. Etiology of bull's eye rot of pear caused by *Neofabraea* spp. in Oregon, Washington, and California. *Plant Disease* 88:1134-1138.
- Liu, W.T., Chu, C.L. Zhou, T. 2002. Thymol and acetic acid vapors reduce post harvest brown rot of apricot and plums. *HortScience* 37:151–156.
- Marchese, A., Orhan, I., Daqlia, M., Barbieri, R., DiLorenzo, A., Nabavi, S., Gortzi, O., Izadi, M Nabavi, S. 2016. Antibacterial and antifungal activities of thymol: A brief review of the literature. *Food Chemistry*.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.
- Olsson, M., Gustavsson, K.-E., Tahir, I 2019. Mindre förluster, bättre kvalitet i ekologisk äppelodling – steget mellan forskning och praktisk handling. Sveriges lantbruksuniversitet Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap Rapport 2019:1 ISBN 978-91-576-8960-3 ([olsson\\_m\\_et\\_al\\_190412.pdf](http://olsson_m_et_al_190412.pdf))
- Regnier, T., Combrinck, S., Du Plooy, W. 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.
- Romanazzi, G., Karabulut, O. Smilanick, J. 2007. Combination of chitosan and ethanol to control post-harvest gray mold of table grapes. *Postharvest Boil. Techn.* 45:134–140.
- Tahir I. 2014. Vad är det som förtär äpple under lagring? SLU, Rapport från LTV-fakulteten 2014:14 ([pub.epsilon.slu.se/11224](http://pub.epsilon.slu.se/11224)).
- 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](http://pubhort.org/ejhs/80/3/4/index.htm)).
- Tajkarimi, M.M., Ibrahim S.A. Cliver, D.O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control* 21:1199–1218.
- Weibel F., Hahn P., Lieber S., Häseli A., Amsler T., Zingg D. 2005. Lutte contre *Gloeosporium (album et perennans)* des pommes biologiques post-recolte avec des produits oxidants et des eaux électrolytiques, et pre-recolte avec differents produits biologiques entre 2001–2004. *Journées Techniques Fruits & Légumes et Viticulture Biologiques*, p. 120.



SCIENCE AND  
EDUCATION **FOR**  
**SUSTAINABLE**  
**LIFE**