



Foto: Ibrahim Tahir

## Mindre svinn och bättre kvalitet i ekologisk äppelodling för att nyttiggöra tidigare resultat för en ny praktik i odling, del 1

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 6 | 2026

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

## **Mindre svinn och bättre kvalitet i ekologisk äppelodling för att nyttiggöra tidigare resultat för en ny praktik i odling, del 1**

**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:** 2026:6

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

**Layout:** Grafisk service, SLU.

**Omslagsfoto:** Ibrahim Tahir

**ISBN:** 978-91-8046-962-3 (elektronisk).

**DOI:** <https://doi.org/10.54612/a.3n167d19fi>

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

# 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. Dessutom visar flera icke-kemiska växtskyddsmetoder svag effektivitet eller orsakar oönskade effekter.

I ett par tidigare projekt har vår forskningsgrupp vid SLU i samarbete med Äppelriktet Österlen undersökt flera olika metoder för att reducera svampangrepp i odling och under lagring. Efter att ha sammanfattat resultaten, så valdes tillsammans med Äppelriktet ut den metod som vi bedömde var mest effektiv (tymol och eugenol; behandling i odlingen) och som dessutom skulle vara möjlig att direkt använda i kommersiella äppelodlingar med nuvarande regleringar. I den del som redovisas i denna rapport undersökte vi möjligheten att utföra tymol/eugenol-behandlingen samtidigt som frukten behandlas med Raptol (rapsolja med pyretriner) mot skadeinsekter som vanlig praxis i kommersiell äppelodling. Vidare

undersöktes omfattning av olika svamp patogener som orsakar lagringsskador.

De mest vanligt förekommande svampsjukdomarna är lenticelmögel (*Neofabraea* sp.), bitterröta (*Colletotrichum* sp.), fruktmögel (*Monilinia fructigena*), *Penicillium expansum*, gumaktig röta (*Phacidiopycnis washingtonensis*) och gråmögel (*Botrytis cinerea*). Lenticelmögel utgjorde ca 35% av de totala angreppen och bitterröta ca 43%.

Resultaten visade att behandlingen med endast tymol/eugenol var den mest effektiva metoden för att minska skador under lagring. En blandning av dessa ämnen tillsammans med Raptol gav en mindre reduktion av lagringsskadorna, samt medförde även lägre fruktvikt. Behandling med enbart tymol/eugenol minskade naturligt svampangrepp under lagring, utan att orsaka någon negativ effekt på skörden eller fruktkvalitet (fasthet, smak och utseende). Behandling av träden med Raptol kombinerat med tymol-eugenol gav generellt sett en sämre effekt, eller ingen effekt, mot svampangrepp på äpplen under lagring och även någon negativ effekt kunde noteras.



# Abstract

---

Fungal diseases often lead to significantly reduced productivity in organic apple cultivation compared to IP cultivation. This is mainly because there are no chemical agents approved for controlling storage diseases either before or after harvest. In addition, several non-chemical plant protection methods show weak effectiveness or cause unwanted effects.

In previous projects, our research group at SLU, in collaboration with Äppelriket Österlen, has investigated several different methods to reduce fungal attacks in cultivation and during storage. After summarizing the results, the method that we assessed to be the most effective (thymol and eugenol; treatment during cultivation) was selected together with Äppelriket, and it was also a method that could be directly applied in commercial apple orchards under current regulations. In the part presented in this report, we investigated the possibility of performing the thymol/eugenol treatment simultaneously with the usual commercial apple orchard practice of treating the fruit with Raptol (rapeseed oil with pyrethrins) against pests. Furthermore, the extent of various fungal pathogens causing storage damage was examined.

The most common fungal diseases are lenticel rot (*Neofabraea* sp.), bitter rot (*Colletotrichum* sp.), fruit mold (*Monilinia fructigena*), *Penicillium expansum*, gummy rot (*Phacidiopycnis washingtonensis*), and gray mold (*Botrytis cinerea*). Lenticel rot accounted for about 35% of the total infections and bitter rot about 43%.

The results showed that treatment with only thymol/eugenol was the most effective method for reducing damage during storage. A mixture of these substances together with Raptol resulted in a smaller reduction in storage damage and also led to lower fruit weight. Treatment with only thymol/eugenol reduced natural fungal attacks during storage, without causing any negative effects on yield or fruit quality (firmness, taste, and appearance). Treatment of the trees with Raptol combined with thymol-eugenol generally had a less effective effect, or no effect, against fungal attacks on apples during storage, and some negative effects could also be noted.



# Innehåll

<b>Sammanfattning</b>	<b>3</b>
<b>Abstract</b>	<b>5</b>
<b>Bakgrund</b>	<b>9</b>
<i>Bioaktiva föreningar som naturliga fungicider</i>	9
<i>Viktiga resultat och överväganden från tidigare projekt</i>	9
<b>Syfte</b>	<b>10</b>
<b>Metoder</b>	<b>10</b>
<i>Fältförsök, kvalitetstestning och lagring:</i>	10
<i>Statistik</i>	11
<b>Resultat</b>	<b>11</b>
<i>Trädavkastning och fruktvikt:</i>	11
<i>Fruktkvalitet vid skörd och efter lagring</i>	12
<i>Fältbehandlingarnas inverkan på svampangrepp under lagring</i>	14
<i>De viktigaste svamppatogenerna</i>	15
<b>Diskussion</b>	<b>17</b>
<b>Slutsatser och rekommendationer för ekologisk äppelodling:</b>	<b>19</b>
<b>Referenser</b>	<b>19</b>



# 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 huvudsakliga anledningarna till att svensk ekologisk fruktproduktion står inför allvarliga ekonomiska problem (Tahir och Nybom 2008). I Europa förväntas svampsjukdomar öka betydligt under de kommande decennierna, sannolikt på grund av den globala uppvärmningen (Roos et al., 2011; Velásquez et al., 2018). Klimatförändringarna har även visats kunna påverka fruktens kvalitet genom t.ex. förändringar i textur, samt ökad förekomst av fysiologiska sjukdomar, och detta kan även påverka spridningen av svampsjukdomar (Sugiura et al., 2013). En FAO-rapport drar slutsatsen att klimatförändringar medför ökad risk för spridning av skadedjur och växtsjukdomar, speciellt i boreala och tempererade områden, dit Sverige hör (IPPC Secretariat. 2021.) Vi kan därför förvänta oss allt större problem i Sverige medan klimatet här blir varmare, och troligen också fuktigare under slutet av vegetationsperioden, vilket gynnar en tillväxt av svampsjukdomar. Det finns för närvarande inga effektiva kemiska medel som är godkända inom ekologisk odling för kontroll av lagringsjukdomar hos äpple.

## *Bioaktiva föreningar som naturliga fungicider*

Vissa bioaktiva föreningar kan hämma tillväxten av svamp hos äpplen (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 finns i kryddor och ger smak till mat, innehåller även ämnen som motverkar bakterie- och svamptillväxt (Romanazzi et al., 2007). EO består av bl. a. terpenoider, 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, visat sig motverka svamptillväxt i flertalet undersökningar, innefattande 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).

## *Viktiga resultat och överväganden från tidigare projekt*

Tidigare projekt, som utfördes vid SLU av vår försöksgrupp, undersökte effekten av fältbehandling med ozon, tymol, eugenol samt kombination av tymol och eugenol. Undersökningen inkluderade även behandlingar efter skörd med ozon i olika doser och under olika långa tider, samt med olika essentiella oljor (inklusive tymol och eugenol). Resultaten visade varierande effekt av ozon och god effekt av tymol/eugenol i fältbehandling av fruktträden, medan behandling av frukten efter skörd visade god effekt både för

ozon och tymol/eugenol, speciellt för vissa behandlingar och sorter (Olsson et al., 2019).

Av de tidigare undersökta behandlingarna valde vi ut en lösning av tymol (45 mg/l) i kombination med eugenol (3 g/l) för att behandla träd före skörd. Hypotesen var att den metoden kan vara mest effektiv, och lättast att applicera i kommersiell ekologisk odling. Skälen till valet att behandla före skörd var att det ännu inte är tillåtet att behandla frukt efter skörd i en ekologisk odling.

Idag används behandling med Raptol (rapsoja med pyretriner) mot skadeinsekter som vanlig praxis i kommersiell äppelodling (SJV, 2016). Om man i samma behandling skulle kunna bekämpa både skadeinsekter och svamp patogener skulle detta vara arbetsbesparande och ekonomiskt fördelaktigt. Vi valde därför i detta projekt att undersöka om kombinationen mellan tymol/eugenol och Raptol kan vara en praktisk samt en effektiv metod.

## Syfte

Syftet med projektet var att undersöka inverkan av det, enligt tidigare projektresultat, mest effektiva antisvampmedlet (tymol-eugenol) på lagringsduglighet och kvalitet hos ekologiska äpplen när det blandas och sprutas med det redan använda medlet Raptol, med sikte på att det skall resultera i ny metod för de ekologiska äppelodlarna.

Vidare hade även projektet som målsättning att utvärdera omfattningen av de olika svamp patogenerna som orsakar lagringsjukdomar, i syfte att utforma kostnadseffektivt åtgärdsprogram i äppelodlingarna.

## Metoder

### *Fältförsök, kvalitetstestning och lagring:*

Etthundra tjugo träd (sorten 'Amorosa') valdes i en ekologisk äppelodling i Kivik under 2017 års säsong. Träden delades in i fem led, och varje led delades i sin tur in i tre block (8 träd per block). Träden behandlades enligt följande:

- 1.Led A: träden besprutades med Raptol (2 %) vid ett tillfälle i mitten av maj månad.
- 2.Led B: träden besprutades med en blandning av tymol (45 mg per liter) och eugenol (3 g per liter) vid ett tillfälle i mitten av maj månad.
- 3.Led C: träden besprutades med en blandning av tymol (45 mg per liter) och eugenol (3 g per liter) samt med Raptol (2 %) vid ett tillfälle i mitten av maj månad.
- 4.Led D: träden besprutades med en blandning av tymol (45 mg per liter) och eugenol (3 g per liter) samt med Raptol (2 %) vid två tillfällen, i mitten av maj månad, respektive i mitten av juni månad.
- 5.Led E: träden lämnades utan besprutning, som kontroll.

Frukt från behandlade och obehandlade träd (kontroll) plockades vid optimal skördetidpunkt enligt Streif index (0.18), och lagrades därefter i kylagring, respektive ULO lagring (2% syre och 2 % koldioxid) i fem månader. Fruktkvalitet (färg, fasthet, löslig torrs substans och utseende) bedömdes vid skörd och efter lagring. Lagrad frukt undersöktes beträffande

förekomst av svampsjukdomar efter lagring. Förekomst av olika typer av svamp- patogener kvantifierades enligt tidigare etablerade metoder (Tahir, 2014a).

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 ljushet, positivt a-värde är mängden röd färg och positivt b-värde är mängden gul färg, medan färgindex är  $(a \cdot 1000)/(b \cdot L)$  (Camelo & Gomez, 2004). Fastheten bedömdes med penetrometer, löslig torrsubstans med refraktrometer och stärkelsenedbrytning med jod-test. Frukten utseende bedömdes visuellt enligt en skala där 1 var mycket dåligt utseende och 10 var mycket bra utseende.

### Statistik

En komplett randomiserad design användes för alla experiment och resultaten utvärderades i ett antal variansanalyser. För fältförsöken användes tvåvägs-variensanalyser. Förekomst av signifikanta skillna-

der mellan olika försöksled undersöktes med Tukey's test ( $\alpha = 0,05$ ). 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).

## Resultat

### Trädavkastning och fruktvikt:

Behandlingen med Raptol, utförd tidigt på säsongen, minskade skörden jämfört med kontrollen (Tabell 1). Att spruta träd med endast tymol/eugenol-blandningen eller dessa ämnen blandade med Raptol hade inte signifikant effekt på skörden, trots att tidig besprutning orsakade något mindre trädavkastning (Tabell 1). Den negativa effekten kan kanske relateras till dålig pollination, när doften eller texturen av behandlingsmaterial förhindrar bin och humlor att utföra pollinering. Behandlingarna hade inte klar effekt på fruktvikt, förutom för behandlingen med Raptol tillsammans med tymol-eugenol vid två tillfällen, som minskade fruktvikten (Tabell 1).

Tabell 1. Effekt av behandling med nya bekämpningsmedel (tymol/eugenol enbart, eller i kombination med Raptol) på trädavkastning och fruktvikt, sort 'Amorosa', 2017 ( $n=120$ ). Raptol, 2%, tymol 45 mg /l och eugenol 3 g per liter. Varje träd sprutades med 350 ml. z. värden som följs av olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid  $P \leq 0,05$ .

Behandling	Skörd (kg)	Fruktvikt (g)
Raptol	2,948 ± 0,95 b <sup>z</sup>	154,5 ± 9,1 ab
Tymol-eugenol	4,110 ± 0,20 ab	161,2 ± 7,3 ab
Raptol och tymol-eugenol (vid ett tillfälle)	5,089 ± 1,20 ab	173,7 ± 11,0 a
Raptol + tymol-eugenol (vid två tillfällen)	5,973 ± 1,20 a	123,7 ± 6,0 c
Kontroll (sprutades ej)	6,266 ± 1,50 a	151,4 ± 3,2 b
P	0,021	0,000

### Fruktkvalitet vid skörd och efter lagring

Vid skörd hade frukt från behandlade träd bättre grundfärg jämfört med kontroll (Tabell 2). Behandlingar som inkluderade tymol-eugenol förbättrade täckfärgen och fastheten jämfört med frukt från endast Raptol-behandlade träd. Frukt från de icke-behandlade träden hade sämre täckfärg än de som var behandlade med tymol-eugenol enbart, eller i kombination med Raptol. Behandlingarna visade inte någon klar effekt på sockerhalten (Tabell 2).

Tabell 2. Effekt av fältbehandling med nya bekämpningsmedel (tymol/eugenol enbart, eller i kombination med Raptol) på fruktkvalitet vid skörd, sort 'Amorosa', 2017 (n=120).

Färgindex=(a \* 1000)/(L \* b). Brix; Löslig torrs substans, ger ett mått på sockerhalten. z. värden som följs av olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid P≤0,05.

Behandling	Grundfärg 1-9	Täckfärg %	Färgindex	Fasthet kg/cm <sup>2</sup>	Brix %
Raptol	6,9 a <sup>z</sup>	55,2 c	1,7 b	7,3 b	13,2 ab
Tymol-eugenol	6,7 a	71,9 a	7,1 a	7,9 a	13,3 a
Raptol och Tymol-eugenol (vid ett tillfälle)	6,9 a	73,1 a	6,7 a	7,8 a	12,6 abc
Raptol + Tymol-eugenol (vid två tillfällen)	6,9 a	69,5 a	4,7 ab	7,9 a	11,7 c
Kontroll (sprutades ej)	5,6 b	58,9 b	3,8 ab	7,4 ab	12,0 bc
P	0,009	0,006	0,002	0,010	0,005

Efter lagring av frukten visade undersökningen av fruktkvalitet att fruktens färg inte påverkades av behandling med tymol, eugenol och Raptol (Tabell 3).

Tabell 3. Fruktfärg efter lagring i kyl- respektive ULO-lagring, sort 'Amorosa', n= 105, 2017. Färgindex=(a\*1000)/(L\*b). z. värden som följs av olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid P≤0,05.

Behandling	Lagring	Grundfärg 1-9	Täckfärg %	Färgindex
Raptol	ULO	6,2 ± 0,08 a <sup>z</sup>	61,0 + 2,1 a	2,7 + 0,55 a
	Kyl	6,2 ± 0,16 a	58,8 + 9,7 a	1,7 + 2,36 a
Tymol-eugenol	ULO	6,7 ± 0,58 a	64,3 + 8,1 a	5,2 + 4,06 a
	Kyl	6,5 ± 0,30 a	61,2 + 5,4 a	2,9 + 2,00 a
Raptol och tymol-eugenol (vid ett tillfälle)	ULO	6,5 ± 0,36 a	67,1 + 3,8 a	3,9 + 1,35 a
	Kyl	6,4 ± 0,24 a	71,4 + 1,2 a	3,7 + 1,35 a
Raptol + tymol-eugenol (vid två tillfällen)	ULO	6,7 ± 0,36 a	63,1 + 5,7 a	3,1 + 1,44 a
	Kyl	6,1 ± 0,29 a	61,4 + 4,0 a	1,5 + 0,33 a
Kontroll (sprutades ej)	ULO	6,6 ± 0,08 a	71,7 + 6,4 a	6,5 + 3,13 a
	Kyl	6,5 ± 0,16 a	68,6 + 0,7 a	5,3 + 0,68 a
P		0,300 (ns)	0,081 (ns)	0,123 (ns)

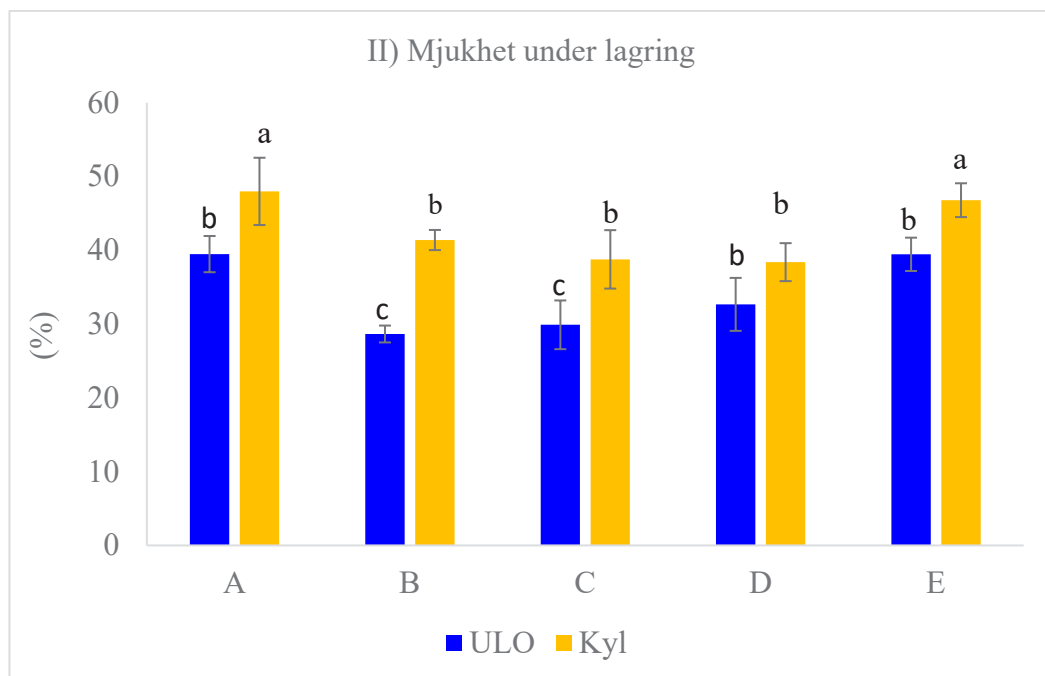
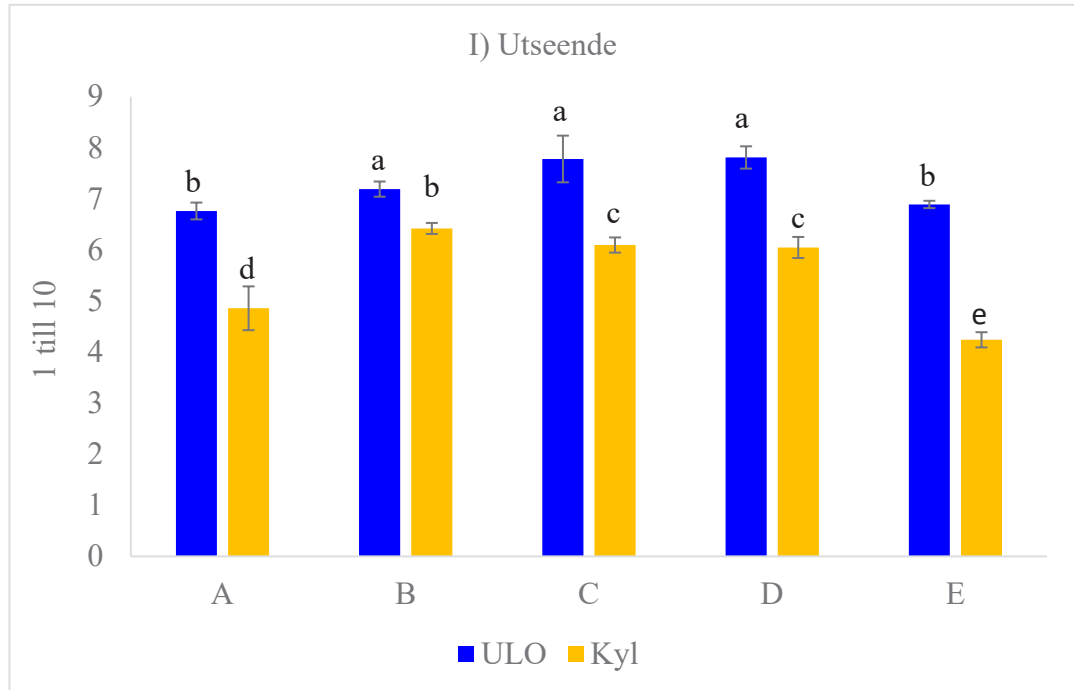


Fig. 1; III) Inverkan av fältbehandlingar på fruktqualitet under lagring (2017).  
 A. Raptol, B. tymol-eugenol (vid ett tillfälle), C. Raptol och tymol-eugenol vid ett tillfälle, D. Raptol och tymol-eugenol vid två tillfällen och E. kontroll. Staplar med olika bokstäver skiljer sig åt signifikant ( $p \leq 0.05$ ).

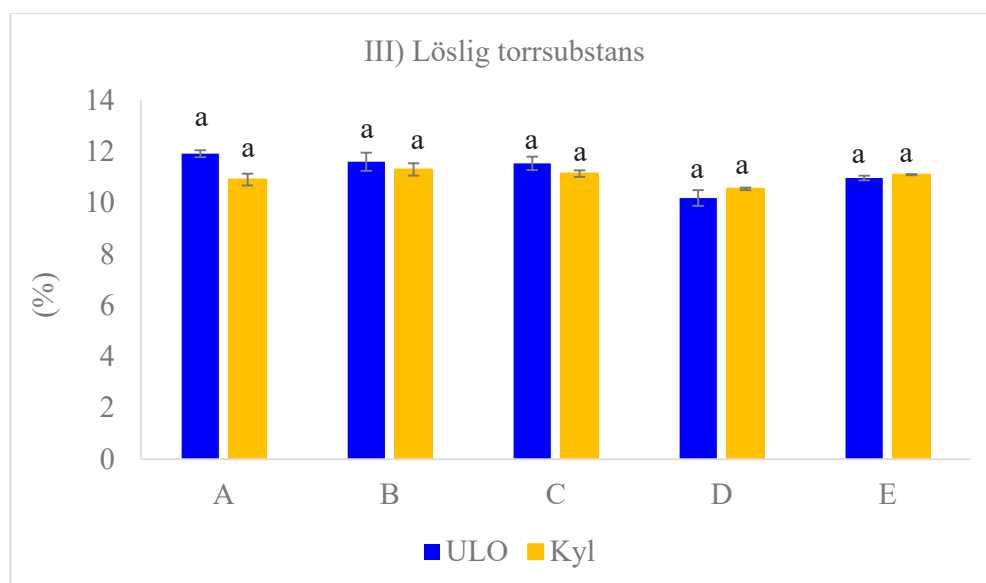


Fig. 1; III) Inverkan av fältbehandlingar på fruktkvalitet under lagring (2017).

A. Raptol, B. tymol-eugenol (vid ett tillfälle), C. Raptol och tymol-eugenol vid ett tillfälle, D. Raptol och tymol-eugenol vid två tillfällen och E. kontroll. Staplar med olika bokstäver skiljer sig åt signifikant ( $p \leq 0.05$ ).

Grundfärg, täckfärg och färgindex hos frukten från behandlade träd utvecklades på liknande sätt som hos frukten från icke-sprutade träd (Tabell 3). Trädsprutning med tymol-eugenol enbart, eller i blandning med Raptol förbättrade fruktens utseende jämfört med frukt från obehandlade träd eller från träd som enbart behandlades med Raptol (Fig. 1 -I). Dessa frukter visade mindre mjukhet under lagring och hade bättre fasthet, med undantag för Raptol kombinerad med thymol/eugenol-behandling vid två tillfällen och ULO-lagring (Fig. 1; II).

Behandlingarna visade inga signifikanta effekter på mängden löslig torrsubstans (Fig. 1; III). ULO-lagring förbättrade frukternas utseende och bevarade deras fasthet, jämfört med kylagring oavsett fältbehandling (Fig. 1; I, II).

#### *Fältbehandlingarnas inverkan på svampangrepp under lagring*

De olika fältbehandlingarna minskade de totala förlusterna under lagring med 10 – 56 %, jämfört med lagrad frukt från obehandlade träd (Fig. 2). ULO-lagring minskade förekomsten av svampangrepp med 30–32% jämfört med kylagring av frukt från träd som var obehandlade eller behandlade med Raptol (Fig. 2). Frukt från träd behandlade med tymol-eugenol hade ingen signifikant skillnad i förluster under lagring mellan de två lagringsmetoderna (Fig. 2). Detta resultat innebär att tymol/eugenol-behandling på fältet förstärker effekten av kylagring på svampangrepp. Vårt resultat visade att den bästa effekten för att motverka förluster p.g.a. svamp patogener kan nås när träden sprutas med endast tymol-eugenol vid ett tillfälle (37–53% mindre total förlust). Kombinationen tymol/eugenol tillsammans med Raptol vid ett tillfälle gav också god reduktion av förluster under lagring (10 – 34% mindre total förlust) (Fig. 2). Denna kombinationsbehandling gav dock en lägre frukt-vikt (se Tabell 1).

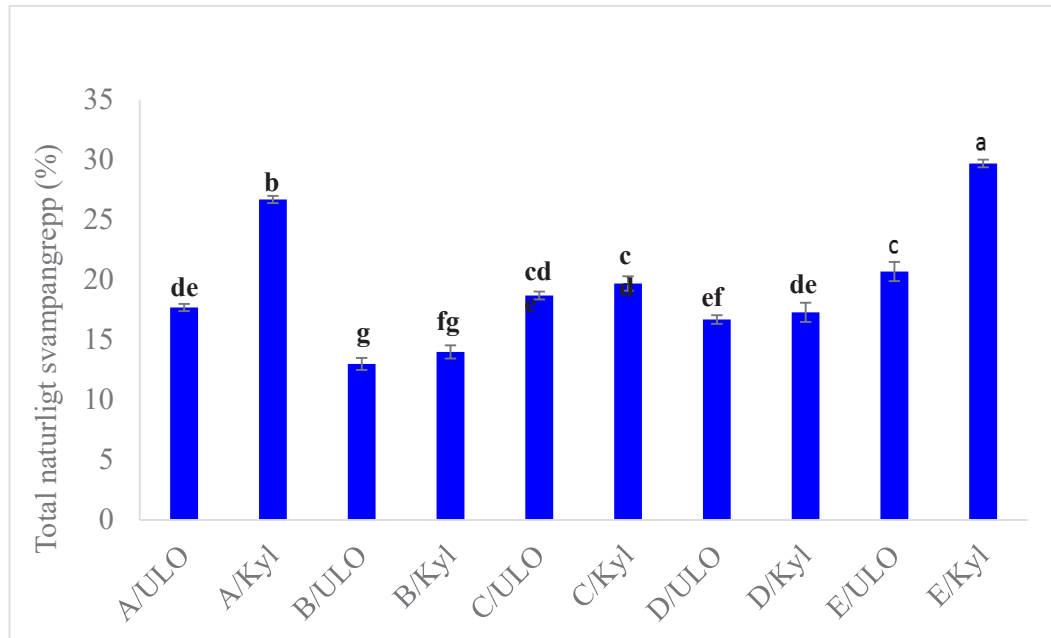


Fig. 2. Total förlust av frukt efter lagring av frukt som genomgått fältbehandlingar. A. Raptol (vid ett tillfälle), B. tymol-eugenol (vid ett tillfälle), C. Raptol och tymol-eugenol (vid ett tillfälle), D. Raptol och tymol-eugenol (vid två tillfällen) och E. kontroll. Staplar med olika bokstäver skiljer sig åt signifikant ( $p \leq 0.05$ )

### De viktigaste svamppatogenerna

De viktigaste svamppatogenerna har visat sig vara lenticelmögel (*Neofabraea* sp.), bitterröta (*Colletotrichum* sp.), fruktmögel (*Monilinia fructigena*), *Penicillium expansum*, gumaktig röta (*Phacidiopycnis washingtonensis*) och gråmögel (*Botrytis cinerea*). Speciell uppmärksamhet ägnades åt dessa, som orsakar olika lagringssjukdomar

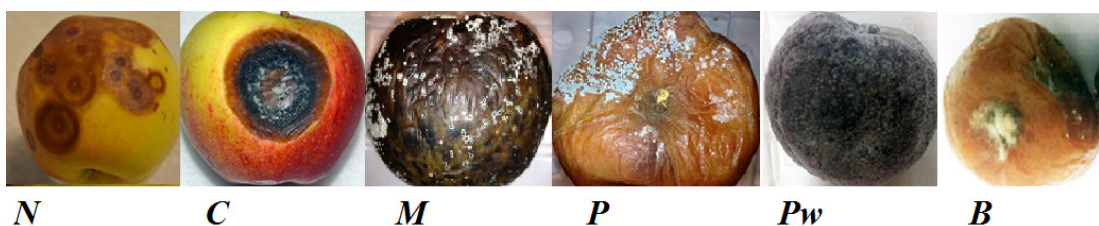


Fig. 3. De mest förekommande svampsjukdomarna: N. lenticelmögel (*Neofabraea* sp.), C. bitterröta (*Colletotrichum* sp.), M. fruktmögel (*Monilinia fructigena*), P. *Penicillium expansum*, Pw. gumaktig röta (*Phacidiopycnis washingtonensis*) och B. gråmögel (*Botrytis cinerea*).

**Lenticelmögel** (Fig. 3) orsakade en dryg tredjedel av de totala svampangreppen under 2017. ULO lagring minskade generellt inte angreppen jämfört med kylagring (Tabell 4). Behandling med Raptol, utan att kombineras med tymol-eugenol, påverkade inte angreppet av denna svamp jämfört med kontroll, medan besprutning med tymol-eugenol minskade angreppen av lenticelmögel från 10,3% till 5,3% vid kylagring och från 8,3% till 3,7% vid ULO-lagring (Tabell 4). Om Raptol kombinerades med tymol-eugenol så minskade angreppen av svamp signifikant endast vid kylagring, från 10,3% till 6,7% (behandling vid ett tillfälle) eller från 10,3% till 6,0% (behandling vid två tillfällen). Resultaten visade igen att fältbehandlingen förbättrade lagringsdugligheten eftersom naturligt förekommande svampangrepp av *Neofabraea* minskades.

Tabell 4. Inverkan av olika fältbehandlingar och lagringsmetod på svampangrepp (%), sort 'Amorosa', 2017 (n=900). Medelvärden  $\pm$  SD. Värden som följs av olika bokstäver visade signifikanta skillnader, Tukey vid  $P \leq 0,05$ . N. *Neofabraea* sp. (lenticelmögel), C. *Colletotrichum* sp. (bitterröta), M. *Monilinia fructigena* (fruktmögel), B. *Botrytis cinerea* (gråmögel), Pv. *Phacidiopycnis washingtonensis* (gumaktig röta).

Behandling	Lagring	N	C	M	B	Pw
Raptol	ULO	6,3 $\pm$ 0,8 cd	6,0 $\pm$ 1,0 cde	2,3 $\pm$ 0,6 a	2,7 $\pm$ 0,6 a	0,3 $\pm$ 0,3 bc
	Kyl	12,0 $\pm$ 1,0 a	11,0 $\pm$ 1,0 ab	1,0 $\pm$ 1,0 a	2,3 $\pm$ 1,5 a	0,3 $\pm$ 0,3 bc
Tymol-eugenol	ULO	3,7 $\pm$ 0,6 d	3,7 $\pm$ 1,1 ef	2,7 $\pm$ 0,6 a	2,7 $\pm$ 1,5 a	0,0 $\pm$ 0,0 c
	Kyl	5,3 $\pm$ 0,6 cd	2,3 $\pm$ 0,6 f	2,3 $\pm$ 2,0 a	2,3 $\pm$ 1,5 a	0,3 $\pm$ 0,3 bc
Raptol och tymol-eugenol (ett tillfälle)	ULO	7,3 $\pm$ 1,1 bc	7,3 $\pm$ 1,1 cd	2,0 $\pm$ 1,0 a	1,0 $\pm$ 1,7 a	0,7 $\pm$ 1,0 bc
	Kyl	6,7 $\pm$ 1,5 cd	5,3 $\pm$ 1,1 cdef	2,3 $\pm$ 0,6 a	3,0 $\pm$ 1,0 a	3,0 $\pm$ 1,0 a
Raptol och tymol-eugenol (två tillfällen)	ULO	6,0 $\pm$ 1,7 cd	5,0 $\pm$ 1,7 def	1,7 $\pm$ 1,5 a	3,0 $\pm$ 1,0 a	0,0 $\pm$ 0,0 c
	Kyl	6,0 $\pm$ 1,7 cd	6,0 $\pm$ 1,7 cde	2,0 $\pm$ 0,0 a	3,0 $\pm$ 2,7 a	0,0 $\pm$ 0,0 c
Kontroll (sprutas ej)	ULO	8,3 $\pm$ 1,1 bc	8,7 $\pm$ 1,5 bc	1,0 $\pm$ 1,0 a	2,0 $\pm$ 1,7 a	0,7 $\pm$ 1,1 bc
	Kyl	10,3 $\pm$ 1,5 ab	12,7 $\pm$ 0,6 a	1,7 $\pm$ 0,6 a	2,3 $\pm$ 1,1 a	2,3 $\pm$ 1,1 ab
P		0,000	0,000	0,28	0,692	0,001

**Bitterröta** (Fig. 3) orsakade ca 43 % av de totala svampangreppen, och ULO-lagring minskade skadorna med 31 % jämfört med kylagring (Tabell 4). Behandling med Raptol, utan att kombineras med tymol-eugenol, påverkade inte angreppet av denna svamp i jämförelse med kontroll, medan besprutning med endast tymol-eugenol minskade angreppet av bitterröta från 12,7% till 2,3% vid kylagring och från 8,7% till 3,7% vid ULO-lagring (Tabell 4). Om Raptol kombinerades med tymol-eugenol så minskade angreppen av svamp vid kylagring, från 12,7% till 5,3 eller 6,0% (behandling vid ett tillfälle respektive två tillfällen), medan vid ULO-lagring minskade angreppen endast vid behandling vid två tillfällen, från 8,7% till 5,0%. Resultaten visade igen att fältbehandlingen förbättrade lagringsegenskaperna eftersom naturligt förekommande svampangrepp av *Colletotrichum* minskades.

**Gumaktig röta** (Fig. 3) orsakade ca 9% av det totala svampangreppet, och ULO-lagring minskade inte skadorna jämfört med kylagring (Tabell 4). Behandling visade inte klara effekter på angreppet av *Phacidiopycnis washingtonensis*.

Naturligt svampangrepp av fruktmögel (*Monilinia fructigena*) och av gråmögel (*Botrytis cinerea*) påverkades inte av olika fältbehandlingsmetoder som utfördes under 2017. *Penicillium expansum* som orsakar grönmögel (Fig. 3) observerades inte som ett allvarligt problem under 2017 därför visas inget resultat här i denna rapport.

Sammantaget visade resultaten att en blandning av växtolja tymol och eugenol (endast) vid behandling i fält, kan öka lagringspotential av ekologiska äpplen, medan en kombination tillsammans med

Raptol gav en sämre effekt. Behandling med enbart tymol/eugenol minskade naturligt svampangrepp under lagring, utan att orsaka någon negativ effekt på skörden eller fruktkvalitet (fasthet, smak och utseende). Behandling av träden med Raptol kombinerat med tymol-eugenol gav generellt sett en sämre effekt, eller ingen effekt, mot svampangrepp på äpplen under lagring och även någon negativ effekt kunde noteras.

## Diskussion

Behandling med tymol och eugenol har i tidigare undersökningar visats vara effektiva mot lagringssjukdomar orsakade av olika svamppatogener, men att effekten är beroende av koncentration och tidpunkt för behandlingen i fält (Tahir, 2015; Tahir et al., 2017; Olsson et al., 2019). Resultaten i denna undersökning bekräftade detta, och visade att behandling av äppelträden med en kombination av tymol och eugenol, med koncentrationen tymol 45 mg per liter och eugenol 3 g per liter vid ett tillfälle i mitten av maj månad, var effektivt för reducera lagringsförlusterna. Tymol/eugenol-blandning minskade svampangrepp p.g.a. deras hämmande effekt på patogenerna samt på fruktens fasthet. Långsam förändring av fruktfastheten under lagring, förbättrar fruktresistensen mot svampangrepp (Tahir et al., 2015).

Att kombinera tymol-eugenol med Raptol i en blandning som applicerades på träden innebar en sämre effektivitet i reduktion av lagringsförlusterna, eller ingen reduktion alls av behandlingen. I denna undersökning resulterade Raptol-behandling i att skörden minskade. Givet att denna undersökning bara utfördes under ett år, och med begränsat under-

sökningsmaterial för denna behandling, så kan det dock vara en slump att skörden blev mindre i detta led, möjligen beroende på att skörden kan variera mellan olika träd.

Flera tidigare undersökningar av andra forskningsgrupper stöder resultaten i denna undersökning. Hos flera olika typer av frukter, såsom äpple, aprikoser, plommon, avokado och vindruvor, har essentiella oljor från olika kryddväxter använts och visats motverka angrepp på frukterna (Lopez-Reyes et al., 2010 och 2013; Sellamuthu et al., 2013; Servili et al., 2017; Spadaro et al., 2014). Tidigare undersökningar i denna forskningsgrupp vid SLU i Alnarp har visat liknande resultat (Tahir, 2014b; Tahir 2015; Olsson et al., 2019) som i denna undersökning, d.v.s. att behandla fruktträden med en blandning med tymol och eugenol är en effektiv behandling mot svamp patogener på äpple. Vilken tid under säsongen som var mest effektiv för behandling har vi i ett tidigare försök undersökt, och resultaten i det försöket visade att antingen juni, eller september, eller behandling både juni och september gav mest reduktion av lagringsförlusterna av äpple (Tahir och Olsson, 2017). Liksom förekomsten av lagringssjukdomar kan variera mellan olika år beroende på omgivningsfaktorer, så varierar även omfattningen av den reduktion av förluster som sker med behandlingen mellan olika år, men behandlingen har vid samtliga försök visats ge god effekt. Eftersom förlusterna genom lagringsskador är störst vid kylförvaring, så ses också en större reduktion vid denna typ av lagring än vid enbart ULO-lagring. Värt att notera är dock att i kom-

mersiell praxis så kommer den skördade frukten att förvaras i kylförvaring strax efter skörd, innan ULO-lagret har fyllts så att det kan stängas, så för denna period kan behandlingen vara extra betydelsefull.

Olika skäl till effekten av behandlingarna med essentiella oljor har diskuterats. I ett försök ansågs effekten mot gråmögel härröra från att fruktens försvarsmekanismer aktiverades, eftersom två försvarsrelaterade gener hos frukten aktiverades. I försöket minskade gråmögels förekomst i sorten 'Red Fuji', liksom även storlek på angreppet, efter behandling med olja från timjan (en huvudsaklig komponent är tymol) och salvia. (Banani et al., 2018). Andra har fört fram att vissa ämnen i de essentiella oljorna är toxiska för mikroorganismer, såsom dessa svamp patogener (Lopez-Reyes et al., 2010) och att det troligen blir en samverkande, symbiotisk verkan mellan olika ämnen i de essentiella oljorna (Spadaro och Gullino, 2014). Myceltillväxt av fyra svamp patogener på äpple har förhindrats vid behandling med eugenol (Amiri et al., 2008).

Resultaten i denna undersökning, liksom tidigare undersökningar i vår forskningsgrupp, visar att olika svamp patogener hade olika stor betydelse för förlusterna under lagring. Resultaten i detta försök visade att *Colletotrichum sp.* (bitterröta) var den vanligast förekommande och hade orsakat 43% av svampinfektionerna, följt av *Neofabraea sp.* (lenticellmögel) som stod för 35% av infektionerna. Tidigare resultat från vår grupp bekräftar att dessa två svamp patogener är de vanligast förekommande (Tahir och Olsson, 2017), men omfattning av angreppen kan variera mellan åren.

## Slutsatser och rekommendationer för ekologisk äppelodling:

- Behandling med en blandning av tymol och eugenol (45 mg respektive 3 g per liter) är effektivt för att reducera förluster p.g.a. svamppatogener under lagring.
- Behandling med Raptol endast har inte någon effekt på svampangrepp under lagring.

## Referenser

- Amiri A., Dugas R., Pichot A.L. and Bompeix G. 2008. In vitro and in vivo activity of eugenol oil (*Eugenia caryophyllata*) against four important postharvest apple pathogens. *Int. J. Food Microbiol.* 126:13–19.
- Banani H., Olivieri L., Santoro K., Garibaldi A., Gullino M.L., Spadaro D. 2018. Thyme and Savory Essential Oil Efficacy and Induction of Resistance against *Botrytis cinerea* through Priming of Defense Responses in Apple. *Foods*; 7(2):11. <https://doi.org/10.3390/foods7020011>
- Camelo L., and P. Gomez. 2004. Comparison of color indexes for tomato ripening. *Horticultura Brasileira*, Brasília 22:534–537.
- IPPC Secretariat. 2021 Scientific review of the impact of climate change on plant pests—A global challenge to prevent and mitigate plant pest risks in agriculture, forestry and ecosystems. Rome. FAO on behalf of the IPPC Secretariat. <https://doi.org/10.4060/cb4769en>
- Lopez-Reyes J.G., Spadaro D., Garibaldi A., Gullino M.L. 2010. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rot caused by fungi on four cultivars of apples in vivo. *Flavour Fragr J* 25:171–177.
- Lopez-Reyes J.G., Spadaro D., Prella A., Garibaldi A., Gullino M.L. 2013. Efficacy of plant essential oils on postharvest control of rots caused by fungi on different stone fruits in vivo. *J. Food Prot.*, 76, 631–639.
- 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.
- Olsson M., Gustavsson K-E., Tahir I., 2019. Mindre förluster, bättre kvalitet i ekologisk äppelodling—steget mellan forskning och praktisk handling. Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet, rapportserie 2019:1 <https://res.slu.se/id/publ/99447>
- Romanazzi G., Karabulut O. and Smilanick J. 2007. Combination of chitosan and ethanol to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biol. Techn.* 45:134–140.
- Sellamuthu P.S., Mafune M., Sivakumar D. Soundy, P. 2013. Thyme oil vapor and modified atmosphere packaging reduce anthracnose incidence and maintain fruit quality in avocado. *J. Sci. Food Agric.*, 93, 3024–3031.
- Servili A., Feliziani E., Romanazzi G. 2017. Exposure to volatiles of essential oils alone or under hypobaric treatment to control postharvest gray mold of table grapes. *Postharvest Biol. Technol.*, 133, 36–40.

- Spadaro D., Gullino M.L 2014. Use of Essential Oils to Control Postharvest Rots on Pome and Stone Fruit. In Post-Harvest Pathology; Prusky, D., Gullino, M.L., Eds.; Springer International Publishing: Cham, Switzerland, 101–110.
- Tahir I., Nybom H. 2008. Jämförande försök med skorvresistenta äpplesorter. Fakta från Partnerskap Alnarp. 8: 1–4.
- Tahir I. 2014a. 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. 2014b. Bekämpning med ”naturliga fungicider” mot lagringssjukdomar – Förstudie. Alnarp, Institutionen för växtförädling, Sveriges lantbruksuniversitet. Landskapsarkitektur, trädgård, växtproduktionsvetenskap: rapportserie ; 2014:6 . ISBN 978-91-87117-67-1.
- Tahir, I. 2015. Bekämpning med ”naturliga fungicider” mot lagringssjukdomar i äpple och päron. Alnarp. Institutionen för växtförädling, Sveriges lantbruksuniversitet. Landskapsarkitektur, trädgård, växtproduktionsvetenskap: rapportserie ; 2015:9
- 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)).
- Tahir I., Olsson M. 2017. Slutrapport SLF H1356193. Utveckling av bekämpningsstrategi mot lagringssjukdomar i ekologiskt odlade äpplen och päron, ett samverkansprojekt (lantbruksforskning.se)
- Tahir I., Gustavsson K-E., Olsson M. Smittkällor till svampangrepp i ekologiska äppelodlingar. Faktablad, LTV-fakulteten, SLU.
- Tajkarimi M.M., Ibrahim S.A., Cliver, D.O. 2010. Antimicrobial herb and spice compounds in food. *Food Control* 21 (2010) 1199–1218.
- Velsquez A.C., Castroverde C.D.M. and He S.Y. 2018. Plant–Pathogen Warfare under Changing Climate Conditions. *Current Biology* 28, R619–R634, 21.



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