



# Påverkan av mykorrhizasvampar på koncentration av smakämnen hos olika växter

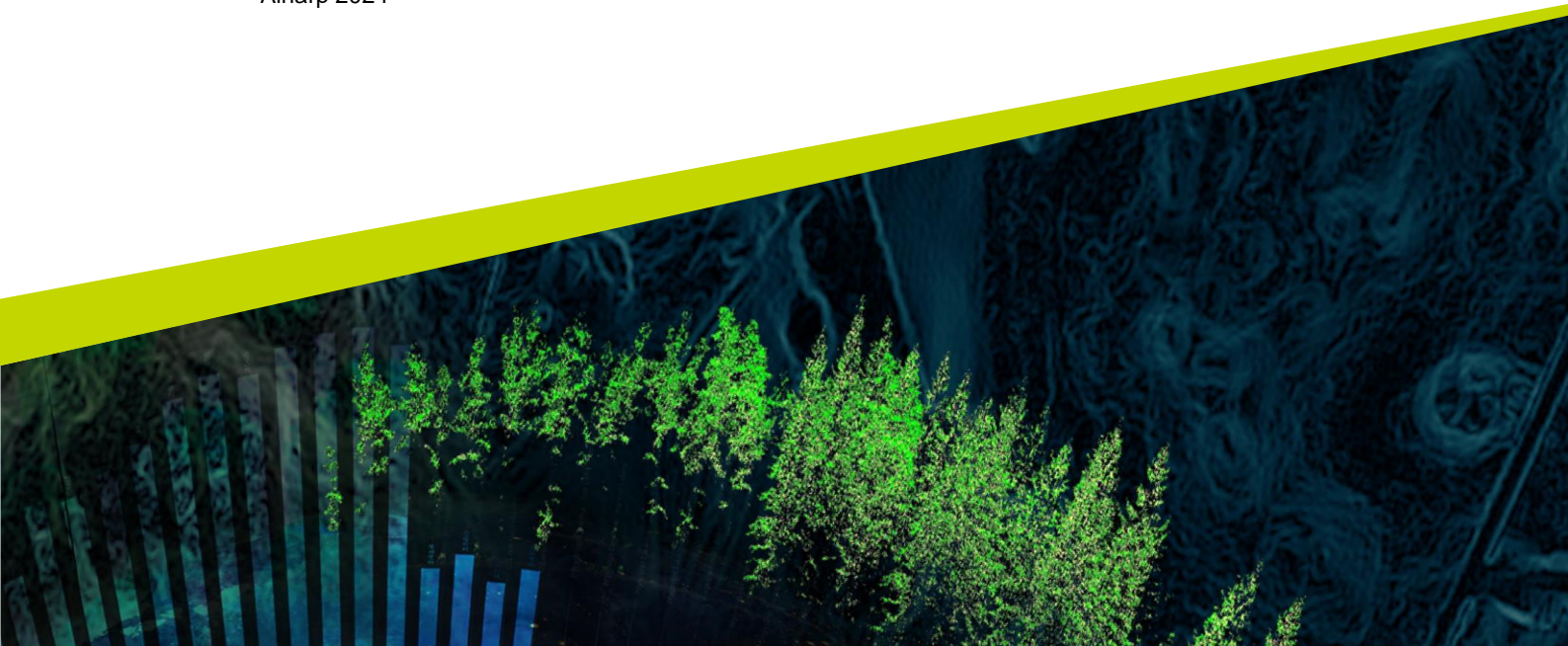
– en litteraturredport

---

*The effect of mycorrhizal fungi on flavour compound concentration in various plants – a literature review*

Gabrielle Maria Blockert

Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för landskapsarkitektur,  
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för Biosystem och teknologi  
Trädgårdsingenjör: odling – kandidatprogram  
Alnarp 2024





# Påverkan av mykorrhizasvampar på koncentration av smakämnen hos olika växter – en litteraturrediggrapp

*The effect of mycorrhizal fungi on flavour compound concentration in various plants – a literature review.*

Gabrielle Maria Blockert

**Handledare:** Anna Karin Rosberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biosystem och teknologi.  
**Examinator:** Lars Mogren, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biosystem och teknologi.

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap

**Kurskod:** EX0844

**Program/utbildning:** Trädgårdssingenjör: odling – kandidatprogram

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för Biosystem och teknologi

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2024

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för landskapsarkitektur,  
trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för Biosystem och teknologi

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

## Sammanfattning

En litteratursökning visar att det finns en ganska bred litteratur angående påverkan av diverse mykorrhizasvampar på koncentrationen eller kompositionen av en eller flera smakämnen som produceras i en växt. Litteraturen redovisar för 26 olika växtarter och mer än 20 olika arter av mykorrhizasvamp. Litteraturen kan delas upp i de studier som analyserade påverkan på växtens eteriska olja eller diverse övriga smakämnen. Flera växter och svampar ingår i fler än en studie, och reproducerbarheten är högre hos vissa arter. Litteraturen täcker diverse abiotiska faktorer och metoder av inokulering. Majoriteten av studier visar ändringar i växtens koncentration av smakämnen, med generella ökningar av koncentration av smakämnen eller ändringar i komposition, dvs ändringar i koncentrationen av många olika smakämnen. Dessutom fanns det även betydande påverkan av mykorrhizasvamp på växternas tillväxt, avkastning och fruktqualität, tack vare ökat näringsupptag via rötterna. Litteraturen visar överlag att mykorrhizasvampar har en betydlig påverkan på koncentration av smakämnen hos växter. Dessa resultat kan motivera tillämpning i kommersiell odling, främst för att öka avkastningen av ett särskilt smakämne eller potentiellt påverka växtens smak. Inokulering av växter med mykorrhizasvamp brister dock på saknad av brett kommersiellt tillgängliga och verksamma mykorrhizainducerande produkter, då denna forskning främst sker i ytterst kontrollerade laborationssammanhang, vilket inte representerar hur mykorrhizasvampar skulle utnyttjas i kommersiellt syfte.

*Nyckelord:* mykorrhizasvamp, svamp, mykorrhiza, smakämnen, smak, smakämnekoncentration, koncentration av smakämnen, eterisk olja, Glomus, kommersiell odling

## Abstract

A literature search on the subject shows that there is a rather wide literature regarding the effect of various mycorrhizal fungi on the concentration of one or multiple flavour compounds. The literature includes 26 different plant species and more than 20 different fungi species. The literature can be divided into the studies that analysed effects on the plants essential oil or miscellaneous flavour compounds. Some plants and fungi species are included in more than one study, and the replicability is higher for some species than others. The literature covers various substrates, abiotic factors and methods of inoculation. Most studies show a change in the concentration of flavour compounds in the plant, sometimes with a general increase of one or more flavour compounds and sometimes with a change in composition (increase in one compound but a decrease in another). Additionally, mycorrhizal fungi had a noteworthy effect on plant growth, yield, and fruit quality, thanks to increased nutrient uptake via the roots. The literature generally shows that inoculation with mycorrhizal fungi has an effect of flavour compound concentration in plants. These results could be used to motivate applications of mycorrhizal fungi in commercial production, either to increase the yield of a certain flavour compound or to potentially affect the flavour of a plant. Inoculation of plants with beneficial fungi is however lacking in broadly available commercial access and working mycorrhizal inducing products, as this research was primarily performed in controlled laboratory environments, which does not represent how beneficial fungi would be used in a commercial context.

*Keywords:* mycorrhizal fungi, fungi, mycorrhiza, flavour compounds, flavour, flavour compound concentration, taste, essential oil, Glomus, commercial production

## Innehållsförteckning

<b>1.</b>	<b><i>Inledning</i></b> .....	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b><i>Mål och syfte</i></b> .....	<b>10</b>
<b>3.</b>	<b><i>Frågeställningar</i></b> .....	<b>11</b>
<b>4.</b>	<b><i>Bakgrund om mykorrhizasvampar</i></b> .....	<b>12</b>
4.1.	Mykorrhizasvampar .....	12
4.2.	Mykorrhizasvampars påverkan .....	12
4.3.	Kommersiell användning av mykorrhizasvamp .....	13
<b>5.</b>	<b><i>Material och metod</i></b> .....	<b>14</b>
<b>6.</b>	<b><i>Resultat</i></b> .....	<b>15</b>
6.1.	Eterisk olja.....	15
6.2.	Övriga smakämnen .....	17
<b>7.</b>	<b><i>Diskussion</i></b> .....	<b>19</b>
<b>8.</b>	<b><i>Slutsats</i></b> .....	<b>22</b>
<b>9.</b>	<b><i>Referenser</i></b> .....	<b>23</b>
<b>10.</b>	<b><i>Bilagor</i></b> .....	<b>32</b>

# 1. Inledning

Smakämnen är diverse kemiska föreningar som framkallar den kvalitativa upplevelsen av smak när de reagerar med smaklökar på tungan i samband med luktreceptorer i näsan. Exempel på smakämnen inkluderar; sackarider och syror (Agius et al. 2018; Kallio et al. 2000; Mojet et al. 2004) och volatila och aromatiska ämnen (McGorin 2011). Smakämnen förekommer i olika mängder i de flesta växter. Växter producerar inte smakämnen för människors skull, men vissa volatila och aromatiska föreningar produceras av växter för att föreningarnas särskilda doft och/eller smak kan utnyttjas för att attrahera pollinatörer eller driva ut skadegörare (Picazo-Aragónés et al. 2020). Sackarider som sukros fungerar som energilagring i många växter (Lunn 2016). Växters smak och doft kan därmed ha en biologisk fördel för växten.

Koncentration av smakämnen definieras här som koncentrationen av ett särskilt smakämne inom en växt. Desto mer som produceras inom växten, desto högre koncentration.

Smakämnen är viktiga för människor på olika sätt. Den upplevda smaken av diverse ätbara växter som används inom matlagning är viktig för konsumenter, då god smak upplevs som tillfredsställande och är därmed en avgörande faktor i konsumentens val av växtprodukt (Clark 1998). Flera kulturväxter har förädlats över tid för att framkalla sorter med upplevd bättre smak, oftast genom att förädla bort bittra smakämnen som till exempel cucurbitaciner hos gurkväxter (*Cucurbitaceae*) (Shang et al. 2014). Det är dokumenterat att koncentrationen av ett särskilt smakämne påverkar ofta den upplevda smaken, en korrelation mellan högre koncentration och starkare upplevd smak och vice-versa (Mojet et al. 2004; Prescott et al. 2005). Smakämnen som är volatila kan extraheras som eterisk olja. Eteriska oljor är hydrofobiska vätskor vars komposition består av diverse flyktiga föreningar som lagras i celler samt glandelhår och som kan extraheras från växter via diverse metoder däribland destillation (Hüsni et al. 2007). Eteriska oljor är relevanta gällande växters smak då de innehåller växtens karaktäristiska doft- och smakämnen (Sadgrove et al. 2022), och extraheras för att användas inom diverse industrier däribland parfym och mat (Barbieri & Borsotto 2018). Ändring av komposition eller koncentration av eteriska oljor är därmed en relevant variabel då dessa ändringar troligtvis påverkar den kvalitativa upplevda styrkan av växtens särskilda doft och smak.



Att producera växter med en hög koncentration smakämnen kan därför vara ett ekonomiskt incitament för att stärka njutningen av upplevd smak och/eller doft.

En potentiell metod att ändra växters koncentration av smakämnen är genom mykorrhizasvampar. Mykorrhizasvamp definieras som diverse arter av svampar som bildar symbios med en växts rötter. Mykorrhizasvampar kan ha flera positiva effekter på en växts livscykel, inklusive; ökad tillväxt och avkastning, bättre näringsupptag, förbättrad jordkvalitet och struktur samt skydd mot skadegörare (Weng et al. 2022). En positiv påverkan som mykorrhizasvampar kan ha på en växt är ökad näringsupptag av ämnen som kväve, fosfor och svavel (Parniske 2008; Sheikh-Assadi et al. 2023). Ökat upptag av näringsämnen betyder att växten har mer ämnen som kan förbrukas i diverse metaboliska processer, och det är dokumenterat att mykorrhizasvampar påverkar växtens biokemi (Lopes et al. 2012; French 2017). Därmed kan man ställa en hypotes att syntesen av smakämnen också kan påverkas av interaktioner med mykorrhizasvamp, och därför leda till en påverkan av koncentration av smakämnen.

## 2. Mål och syfte

Syftet med denna rapport är att utföra en litteratursökning inom ämnet av mykorrhizasvampar och deras påverkan på diverse växters koncentration av smakämnen. Detta görs för att bedöma om mykorrhizasvampar kan påverka koncentration av smakämnen och om det kan finnas en potentiell användning av mykorrhizasvampar inom kommersiell odling för att påverka växters koncentration av smakämnen och vilka användningar dessa inokulerade växter kan ha.

### 3. Frågeställningar

- Kan mykorrhizasvampar påverka koncentrationen av smakämnen i växten och till vilken grad?
- Hur mycket forskning finns det på ämnet av sambandet mellan mykorrhizasvamp och smakämnen?
- Kan mykorrhizasvampar nyttjas inom kommersiell odling i syfte att påverka en växts koncentration av smakämnen?
- Vilka begränsningar finns det inom potentiell implementering av mykorrhizasvamp inom kommersiell odling?

## 4. Bakgrund om mykorrhizasvampar

### 4.1. Mykorrhizasvampar

Svampar kan förekomma i diverse symbiotiska interaktioner med en växt. Om en sådan interaktion involverar att svampens hyfer interagerar med växtens rötter kallas den interaktionen "mykorrhiza". Brundrett (2004) definierar majoriteten av mykorrhiza som "...'balanserade' mutualistiska associationer där svampen och växten utbyter näringsämnen som krävs för deras tillväxt och överlevnad" men lyfter även att all mykorrhiza behöver inte vara mutualistisk och att mykorrhiza bör vara en kollektivterm för flera typer av mykorrhiza där interaktionerna även kan vara kommensalistiska (där en utav organismerna drar nytta ifrån svampen men svampen inte tjänar något i retur) eller antagonistiska (där en utav organismerna drar nytta av den andra men skadar den i processen). Denna rapport kommer inte exkludera någon form av mykorrhizasvamp, så länge en påverkan på koncentration av smakämnen kan identifieras och interaktionens bieffekter kan evalueras.

### 4.2. Mykorrhizasvampars påverkan

Mykorrhizasvampar, ger många fördelar till växten. Detta inkluderar; förbättring av jordkvalitet (Baruah & Sahu 2019), skydd mot skadegörare (Weng et al. 2022), förbättrad tillväxt (Mohammadi et al. 2011) och förbättrat upptag av näringsämnen (Parniske 2008; Sheikh-Assadi et al. 2023). Förbättrat upptag av näringsämnen är framför allt viktigt för denna rapport då upptag av näringsämnen påverkar senare syntesen av diverse kemiska föreningar, däribland smakämnen. Mykorrhiza ökar växters upptag av näringsämnen som kväve, fosfor, kalium och natrium, främst genom att expandera arean för näringsupptag utöver rhizosfären (Giovannetti 2008). Mycelets hyfer växer ut från växtens rötter och kan gräva djupare och längre i jorden för att ta upp näringsämnen som vanligtvis inte kan nås av växtens rötter. Svampen har även kemiska metoder för upptag av näringsämnen som gynnar växten. Eftersom växtens upptag av näringsämnen ökar kan det därmed antas att

syntesen av diverse föreningar inom växten ökar eftersom växten har mer näring att använda inom diverse metaboliska processer.

### 4.3. Kommersiell användning av mykorrhizasvamp

Mykorrhizasvampars positiva påverkan på växter har tillämpats inom kommersiell odling, med en stor expansion av marknaden för diverse mykorrhiza-inducerande produkter (Pal et al. 2016). Inokulering av diverse viktiga grödor inklusive vete, majs, bomull och soja med mykorrhizasvamp har givit lovande resultat inom tillväxt, avkastning och näringsupptag (Ortas et al. 2017). Däremot är många kommersiella mykorrhizainducerande produkter av bristande kvalitet då många misslyckas att inokulera värdväxten jämfört med mycel framtaget i forskningslabb (Salomon et al. 2022), marknaden är därmed i fortsatt behov av produktutveckling.

## 5. Material och metod

En litteratursökning skedde genom diverse digitala databaser inklusive Google Scholar och Web of Science. Kedjesökningar kunde ske om ytterligare relevanta studier hittades refererade i en särskild studie. För att en studie skulle bedömas som relevant behövde den uppfylla fyra kriterier:

- Undersökning av påverkan av en eller flera svamparter på en eller flera växter.
- Diskussion om påverkan på ett eller flera av växtens smakämnen inom studien.
- Växten måste vara en kulturväxt som säljs och används inom matlagning eller dryck.

Dessa kriterier ovan var avgränsningen för om en studie valdes att tas med eller ej. Alla citat i rapporten har översatts till svenska från sitt ursprungsspråk.

## 6. Resultat

Resultaten har delats in i Eterisk olja och Övriga smakämnen. 34 studier ingår totalt, varav 27 fokuserade på eteriska oljor och 7 fokuserade på Övriga. Litteraturen täcker ett brett antal av både växter och mykorrhizasvampar, med 26 olika växtarter (se Tabell 1 och Tabell 4, Bilagor) och mer än 20 olika svamparter (de Almeida et al. (2020) och Liu et al. (2020) innehåller en stor och obestämd mängd arter, se Tabell 2 (Bilagor). Alla studier förutom en (Liu et al. 2020) använde en ej-inokulerad kontrollgrupp och alla beskrivna resultat ställs emot studiens kontrollgrupp.

Tre metoder av inokulering kunde identifieras och kategoriseras utifrån alla studier: Dessa är:

- Rotfragment: mykorrhizasvampen har förökats hos en värdväxt innan försöket. Värdväxtens rötter hackas i fragment och blandas med substratet inför försöket.
- Färdiggjord inokulum: inokulum som har producerats före försöket, består ofta av sporer. Ofta producerat och försedd av universitet eller vetenskapliga institut, som sedan blandas med substratet inför försöket.
- Existerande mykorrhiza: växterna planterades i substrat som redan hade kolonier av mykorrhizasvampar.

Vissa studier använde en kombination av inokuleringsmetoder och andra specificerade ej inokuleringsmetod.

### 6.1. Eterisk olja

27 studier med fokus på eteriska oljor har samlats. 20 olika växtarter samt 17 olika svamparter ingår (se Tabell 3, Bilagor). Antalet studier som fokuserar på eteriska oljor är betydligt större än studier som fokuserar på övriga smakämnen. Detta kan vara på grund av att många eterisk olja-producerande växter (t.ex. basilika, timjan, dill) är snabbväxande örter som producerar en hög mängd eteriska oljor som är relativt enkelt att extrahera, samt att många av dessa växter också är vanliga inom matlagning. Majoriteten av ingående växter är örtartade, med *Piper aduncum* som den enda vedartade.

Alla tre inokuleringsmetoder förekommer bland studierna för eteriska oljor. Baserat på alla studier finns det ingen tydlig skillnad i resultat baserat på inokuleringsmetod. Alla studier förutom en (Alam et al. 2010, som inte rapporterade någon märkvärdig skillnad efter inokulering) rapporterade antingen en ökning i koncentration av eteriska oljor efter inokulering, en ändring i eteriska oljors komposition eller både och.

Vissa växtarter inkluderades i flera studier, alltid parat med olika svamparter då det inte förekommer någon studie med exakt samma kombination av mykorrhizasvamp och växtart. För vissa växtarter med flera studier fann alla studier samma resultat, till exempel hos dill (Kapoor et al. 2002b; Rydlová et al. 2015; Weisany et al. 2016), och koriander (Kapoor et al. 2002a; Rydlová et al. 2015) där alla studier fann en ökning i koncentrationen av eteriska oljor efter inokulering, oavsett svampart. Hur stor ökningen är beror också på vilken svamp som användes. Kapoor et al. (2002b) fann uppemot en 90% ökning i koncentration av eterisk olja hos dill med inokulering av *Glomus macrocarpum* medans Weisany et al. (2016) fann uppemot en 70% ökning hos dill med inokulering av *Funelliformis mosseae*.

Vissa växtarter inkluderades i flera studier med olika resultat (Se Tabell 1). Till exempel förekommer Basilika i sex studier (Copetta et al. 2006; Giannoulis et al. 2020; Jangra et al. 2019; Khalediyani et al. 2021; Mayam et al. (2013); Rasouli-Sadaghiani et al. 2020) varav alla studier rapporterade en ändring i eteriska oljors komposition (framförallt öknings i koncentration av föreningar som linalool, geraniol och limonen) men bara fem utav dem rapporterade en ökning i koncentrationen av eteriska oljor, med Giannoulis et al. (2020) som utliggare.

Vissa studier skedde under olika stressfaktorer eller med inokulering av en bakterieart. Flera studier skedde under olika grader av vattenbrist (Amiri et al. 2017; Arpanahi et al. 2020; Begum et al. 2021; Mirzaie et al. 2021), varav alla studier rapporterade att inokulering ledde till högre koncentration av eteriska oljor både med och utan vattenbrist. Amiri et al. (2017) fann till exempel att inokulering med svamp under moderat vattenbrist bibehöll en högre mängd flavonoider än kontrollgruppen utan vattenbrist. e Silva et al. (2021) utförde sitt försök under angrepp av nematoden *Pratylenchus brachyurus* och fann att inokulering hjälpte med att behålla koncentrationen av eteriska oljor i citrongräs. Fyra studier inokulerade även med bakterier, med två studier som använde *Pseudomonas fluorescens* (Jangra et al. 2019; Sammak et al. 2020) och en studie använde *Bacillus subtilis* (Alam et al. 2010). Båda studier med *Pseudomonas* rapporterade att inokulering med enbart svamp ledde till högre koncentration av eteriska oljor, och att inokulering med svamp och bakterie ledde till uppemot en ytterligare 25% ökning av koncentration av eteriska oljor.



## 6.2. Övriga smakämnen

”Övriga smakämnen” innehåller studier som inte undersökte eteriska oljor utan fokuserade på andra smakämnen. Övriga smakämnen definieras här som sockerarter, syror, och andra volatila ämnen som inte har analyserats från eterisk olje-extrakt. Sju studier med fokus på övriga smakämnen har samlats (se Tabell 4, Bilagor). Sex olika växtarter samt mer än 11 olika svamparter ingår.

Alla tre metoder av inokulering förekommer även hos Övriga smakämnen, med återigen ingen märkvärdig skillnad i resultat mellan metoder av inokulering. Växterna som ingår i Övriga smakämnen är alla perenner förutom tomat, med fokus på frukten som produceras, t.ex. tomat (Bona et al. 2016; Schubert et al. 2020) och jordgubb (Todeschini et al. 2018).

För tomat och jordgubbe låg mycket fokus på balansen mellan socker och syra, då upplevd sötma är inte bara beroende på sockerhalt utan även koncentrationen av syror. Bona et al. (2016) inokulerade med svamp samt *Pseudomonas* bakterier och fann att inokulering med svamp ledde till en ökning i koncentration av syror inkl. citronsyra och äppelsyra (ökning med 39,75g/kg respektive 0,99g/kg), och att inokulering med svamp och bakterie även ökade glukoshalten med 1.75g/kg. Schubert et al. (2020) fann också en ökning i både sockerhalt (ca 10% ökning i BRIX-värde) och koncentration av aminosyror efter inokulering.

Lei et al. (2024) och Todeschini et al. (2018) fann ändringar i sockerhalt och koncentration av syror samt diverse volatila ämnen hos té respektive jordgubbe. Båda studier fann en ökning i koncentration av sockerhalt och syror efter inokulering. Lei et al. (2024) fann ökning i koncentrationen av diverse polyfenoler, och Todeschini et al. (2018) fann små ändringar i koncentration av diverse volatila ämnen som aldehyder, och att inokulering med svamp hade en mild påverkan på koncentrationen av alkoholer.

Vissa studier fokuserade på ett särskilt smakämne. Borde et al. (2009) fokuserade på allicin i vitlök, föreningen som ger vitlök sin särskilda arom, samt alliinas, enzymet som omvandlar alliin till allicin. Studien fann en kraftig ökning i mängd alliinas med 45% mer alliinas än kontroll efter 60 dagar. Matam & Parvatam (2017) fokuserade på det volatila ämnet 4-metoxibensaldehyd (2H4MBA), en isomer av vanillin, som förekommer i *Decalepis hamiltonii*. Studien fann en kraftig ökning i koncentration av 2H4MBA uppemot 82.23% med inokulering av *Glomus mosseae*.

Liu et al. (2020) är en unik studie eftersom den inte genomfördes genom inokulering versus kontroll utan istället analyserade mikrobiotan i jorden på diverse australiensiska vingårdar. Studien fann att mikrobiotan, inklusive mykorrhizasvamp, påverkade kompositionen av smakämnen i vinet som producerades på gården, och att vinets smak och arom varierade mycket mellan

olika gårdar på grund av mikrobiotan. Till exempel fanns det en stark koppling mellan förekomsten av svamp och förekomsten av volatila ämnen i vindruvorna.

## 7. Diskussion

Överlag ger litteraturen starkt stöd till hypotesen att mykorrhizasvampar har en påverkan på koncentration och komposition av växters smakämnen. Alla studier förutom en (Alam et al. 2010) som fokuserade på eteriska oljor rapporterade en ökning i koncentration av eteriska oljor och/eller en ändring i eteriska oljors komposition. Alla studier på Övriga smakämnen rapporterade också generell ökad koncentration av ett fåtal smakämnen som studien fokuserade på, eller komplexa skillnader och balanser av koncentrationer av många smakämnen baserat på vilken svampart som användes.

Litteraturen ger överlag ett potentiellt initiativ att implementera mykorrhizasvamp inom kommersiellt sammanhang för att ändra koncentrationen av smakämnen. Flera studier, inklusive Bona et al. (2016), Liu et al. (2020) och Todeschini et al. (2018) använde sina resultat för att resonera kring potentiella smakändringar och spekulera kring konsumentintressen baserat på konsumentpreferenser; Todeschini et al. (2018) nämner till exempel hur sötman och blommiga aromen hos jordgubb är attraktivt för konsumenter, och använder resultatet av ökad sackaridhalt för att resonera att resultaten kan öka konsumentintresse.

Parfymindustrin är ett annat exempel av en industri som skulle kunna gynnas av ökade koncentrationer av eteriska oljor, då eteriska oljor är en viktig ingrediens i parfym (Barbieri & Borsotto 2018). Litteraturen saknar studier som innehåller en kvalitativ bedömning av en ändring i smak och doft från inokulering med mykorrhizasvamp. Kvalitativ bedömning av ändring i smak är viktigt från ett konsumentperspektiv då det kan avgöra om kvantitativa ändringar i koncentration av smakämnen och faktiskt leder till en annorlunda smak eller doft jämfört med ej inokulerade växter. Vidare forskning på kvalitativa smakupplevelser av mykorrhizainokulerade växter skulle i så fall behövas.

Det är värt att påpeka att majoriteten av ingående studier som använde mykorrhizasvamp rapporterade även ökad tillväxt för vissa eller alla mykorrhizasvampar som användes, samt bättre avkastning och fruktkvalitet. Detta reflekterar den övriga existerande litteraturen på mykorrhizasvampar, där mykorrhizasvampar ofta ökar växtens tillväxt och produktivitet (Mohammadi et al. 2011). Eftersom ökad tillväxt, avkastning och kvalitet också är attraktivt för producenter som vill öka sin skörd och upprätthålla bra produktkvalitet så kan man

argumentera att mykorrhizasvampar bör användas oavsett. Även om mykorrhizasvampen inte ändrar växtens smak så kan de förbättra andra aspekter av odlingen, och med detta tankesätt så kan potentiella smakändringar ses mera som en ingående bieffekt av de breda positiva effekterna från mykorrhizasvamp.

Användning av mykorrhizasvamp bör även uppmuntras från ett hållbarhetsperspektiv. En utav de ovannämnda fördelarna av mykorrhizasvampar är deras roll som biologisk bekämpning. Mykorrhizasvampar kan minska uppkomsten av skadegörare genom att konkurrera ut skadegörare, ge växten mer näring för att reparera rötter, och vara fientliga mot skadegörare i sig (Weng et al. 2022). En utav ingående studierna, de Silva et al. (2021), utförde sitt försök med växter som hade angripits av nematoden *Pratylenchus brachyurus*, och fann att inokulering med mykorrhizasvamp behöll relativt höga nivåer av tillväxt, biomassa och eteriska oljor trots nematodangrepp (jämfört med ej inokulerade, angripna växter). Detta kan motivera användningen av mykorrhizasvampar som en form av buffert som bibehåller avkastning så mycket som möjligt trots angrepp av skadegörare, och inte leda till lika stor ekonomisk förlust.

Flera studier utförde sina försök under olika grader av vattenbrist och alla fann att inokulering med mykorrhizasvamp behöll rätt goda nivåer av tillväxt och eteriska oljor, jämfört med kontroll (Amiri et al. 2017; Arpanahi et al. 2020; Begum et al. 2021; Mirzaie et al. 2021). Liksom resultaten av de Silva et al. (2021) så visar dessa resultat att mykorrhizasvampen kan fungera som en buffert för växten mot vattenbrist, och kan minimera avkastningsförlust.

Flera studier stärker hypotesen av att ökad näringsupptag leder till ändrad eller ökad smakämnesyntes med förklaringar av biokemin inblandad i svamp-växt interaktioner. Kapoor et al. (2002) påpekar hur mykorrhizasvampar ökar upptaget av fosfor, ett ämne som är viktigt i dess förekomst i energibärande föreningar som ATP och föreningar viktiga i biokemiska redoxreaktioner via till exempel NADP<sup>+</sup> och FAD, och att ökad koncentration av dessa föreningar ökar syntesen av metaboliter då fler kan förbrukas i diverse omsättningar. I Kapoor et al. (2002) så nämns det specifikt hur isoprenoidsyntesen (isoprenoider är en klass av sekundära metaboliter, varav många är aromatiska och bidrar till smak) beroende på de ovannämnda föreningarna.

De praktiska och ekonomiska faktorerna som påverkar producenters vilja att använda mykorrhizasvampar är samma faktorer som påverkar användningen av mykorrhizasvampar i kommersiell odling generellt. Studierna skiljer sig från praktisk tillämpning inom jordbruk då många studier använder färdiggjorda inokulum beredda av universitet eller vetenskapliga institut där inokulum har producerats inom laboratorietillstånd för att kunna garantera effektivitet inom forskning. Flera studier inokulerade sina växter *in vitro* och flyttade de antingen till friland eller fortsatte odling i växthus/laboratorietillstånd. Tillgång till svamp som kan etablera sig på värdväxter är viktigt. Salomon et al. (2022) analyserade

effektiviteten av 28 olika kommersiella mykorrhizainducerande produkter och fann att 84% inte ledde till kolonisering av rötter, och att bara 5 produkter ledde till kolonisering i steriliserad jord. Det saknas därmed kvalitetskontroll av kommersiella mykorrhizainducerande produkter och producenter som vill lyckas inokulera sina växter kommer antagligen se bristande resultat om de använder sig av dessa produkter. Det kan därmed finnas en extra ekonomisk och praktisk barriär om producenter måste lita på att ett laboratorium kan och är villiga att förse fungerande mykorrhizainokulum.

Om kommersiella mykorrhizainducerande produkter med en hög nog inokuleringsgrad kan förse så beror resten av processen på hur växten odlas. På friland och generellt i odlingar där alla växter delar samma substrat så är det troligt att mykorrhizasvampen etablerar sig i jordens mikrobiota efter inokulering, och framtida odlingar på samma substrat kan ta vara av den introducerade mykorrhizasvampen. I krukodlingar i till exempel växthus så kan inokulering behöva göras genom att ha ett lager av inokulerad substrat som används till varje planta. Detta lägger till ytterligare ett arbetsmoment, vilket kan vara ej attraktivt för producenten, men potentiella lösningar inkluderar att isolera etablerade mykorrhizasvampar från inokulerade växter för att återanvända i nya kulturer. Flera studier förökade mykorrhizasvamparna på en annan värdväxt, t.ex. *Sorghum* (Bona et al. 2016; Chaudhary et al. 2008; Kapoor et al. 2002b; Thokchom et al. 2021). Producenter kan tillämpa något liknande genom att ha en kultur av värdväxter för kontinuerlig produktion av svampar. Detta skapar i alla fall en kontinuerlig process men som däremot kan innebära betydligt fler arbetsmoment då producenten måste ta hand om ytterligare en odling.

## 8. Slutsats

Den litteraturen som ingår i denna rapport stödjer hypotesen att mykorrhizasvamp påverkar koncentration av smakämnen av olika växter. Alla studier fann en ändring i koncentration av det smakämnet som studien fokuserade på. Majoriteten av ingående studier visar även att mykorrhizasvampar förbättrade flera andra aspekter av växtens utveckling, inklusive tillväxt och avkastning, och man kan därmed argumentera att användningen av mykorrhizasvampar bör motiveras inte bara för smakens skull.

De övriga positiva effekterna stämmer med den existerande litteraturen kring påverkan av mykorrhizasvampar, och man kan även uppmuntra användningen av specifikt mykorrhizasvamp från ett hållbarhetsperspektiv, då mykorrhizasvamp har potential som biologiskt bekämpningsmedel och kan bibehålla goda nivåer av tillväxt och koncentration av eteriska oljor, även under angrepp av skadegörare och under vattenbrist. Den ingående litteraturen har blandad reproducerbarhet, då vissa arter av växter och svampar ingår i flera studier medan andra förekommer bara i en studie. Vissa växter har reproducerats med samma svamparter, vilket stärker resultaten, och vissa växter har reproducerats med olika kombinationer av svamparter, vilket innebär att olika svamparters påverkan på samma växt kan jämföras och evalueras. Potentialen att använda mykorrhizasvampar inom kommersiell odling är begränsad av en brist på ej verksamma kommersiella mykorrhizainducerande produkter, vilket kan avskräcka producenter från att söka användning av mykorrhizasvampar, och bättre produktutveckling behövs.

## 9. Referenser

- Agius, C., von Tucher, S., Poppenberger, M. & Rozhon, W. (2018). Quantification of sugars and organic acids in tomato fruits. *MethodsX*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.mex.2018.05.014>
- Alam, M., Khaliq, A., Sattar, A., Shukla, R. S., Anwar, M., & Dharni, S. (2011). Synergistic effect of arbuscular mycorrhizal fungi and *Bacillus subtilis* on the biomass and essential oil yield of rose-scented geranium (*Pelargonium graveolens*). *Archives of Agronomy and Soil Science*, 57(8), 889–898. <https://doi.org/10.1080/03650340.2010.498013>
- de Almeida, D., Alberton, O., Otênio, J. K., & Carrenho, R. (2020). Growth of chamomile (*Matricaria chamomilla* L.) and production of essential oil stimulated by arbuscular mycorrhizal symbiosis. *Rhizosphere*, 15, 100208. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2020.100208>
- Amiri, R., Nikbakht, A., Rahimmalek, M., & Hosseini, H. (2017). Variation in the Essential Oil Composition, Antioxidant Capacity, and Physiological Characteristics of *Pelargonium graveolens* L. Inoculated with Two Species of Mycorrhizal Fungi Under Water Deficit Conditions. *Journal of Plant Growth Regulation*, 36(2), 502–515. <https://doi.org/10.1007/s00344-016-9659-1>
- Arpanahi, A. A., Feizian, M., Mehdipourian, G., & Khojasteh, D. N. (2020). Arbuscular mycorrhizal fungi inoculation improve essential oil and physiological parameters and nutritional values of *Thymus daenensis* Celak and *Thymus vulgaris* L. under normal and drought stress conditions. *European Journal of Soil Biology*, 100, 103217. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2020.103217>
- Barbieri, C. & Borsotto, P. (2018). Essential oils: market and legislation. *Potential of essential oils*, 107-127. <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.77725>
- Baruah, G. & Sahu, J. (2019). A Systematic Review on the Role of Mycorrhiza in Soil Genesis Using Sc. *Mycorrhizosphere and Pedogenesis*. [http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-6480-8\\_6](http://dx.doi.org/10.1007/978-981-13-6480-8_6)

- Basiru, S., Hijri, M., Basiru, S. & Hijri, M. (2022). The Potential Applications of Commercial Arbuscular Mycorrhizal Fungal Inoculants and Their Ecological Consequences. *Microorganisms* 2022, Vol. 10, Page 1897, 10. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10101897>
- Begum, N., Akhtar, K., Muhammad Abass Ahanger, Iqbal, M., Wang, P., Mustafa, N. S., & Zhang, L. (2021). Arbuscular mycorrhizal fungi improve growth, essential oil, secondary metabolism, and yield of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) under drought stress conditions. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(33), 45276–45295. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13755-3>
- Benito, B., Garciadeblás, B., Fraile-Escanciano, A. & Rodríguez-Navarro, A. (2011). Potassium and sodium uptake systems in fungi. The transporter diversity of *Magnaporthe oryzae* - PubMed. *Fungal genetics and biology : FG & B*, 48. <https://doi.org/10.1016/j.fgb.2011.03.002>
- Bona, E., Cantamessa, S., Massa, N., Manassero, P., Marsano, F., Copetta, A., Lingua, G., D'Agostino, G., Gamalero, E. & Berta, G. (2016). Arbuscular mycorrhizal fungi and plant growth-promoting pseudomonads improve yield, quality and nutritional value of tomato: a field study. *Mycorrhiza* 2016 27:1, 27. <https://doi.org/10.1007/s00572-016-0727-y>
- Borde, M., Dudhane, M. & Jite, P. K. (2009). Role of Bioinoculant (AM Fungi) Increasing in Growth, Flavor Content and Yield in *Allium sativum* L. under Field Condition. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 37. <https://doi.org/10.15835/nbha3723289>
- Brundrett, M. (2004). Diversity and classification of mycorrhizal associations. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*, 79. <http://dx.doi.org/10.1017/S1464793103006316>
- Chaudhary, V., Kapoor, R., & Bhatnagar, A. K. (2008). Effectiveness of two arbuscular mycorrhizal fungi on concentrations of essential oil and artemisinin in three accessions of *Artemisia annua* L. *Applied Soil Ecology*, 40(1), 174–181. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2008.04.003>
- Clark, J. E. (1998). Taste and flavour: their importance in food choice and acceptance. *The Proceedings of the Nutrition Society*, 57. <https://doi.org/10.1079/pns19980093>
- Copetta, A., Lingua, G., Berta, G. (2006). Effects of three AM fungi on growth, distribution of glandular hairs, and essential oil production in *Ocimum*



basilicum L. var. Genovese. *Mycorrhiza* 2006 16:7, 16.  
<https://doi.org/10.1007/s00572-006-0065-6>

- Coleman, W. M. (2016). On the synthesis and characteristics of aqueous formulations rich in p. *Flavor, Fragrance, and Odor Analysis, Second Edition*.
- Corbu, V. M., Gheorghe-Barbu, I., Dumbravă, A. Ș., Vrâncianu, C. O., & Șesan, T. E. (2023). Current Insights in Fungal Importance-A Comprehensive Review. *Microorganisms*, 11(6), 1384.  
<https://doi.org/10.3390/microorganisms11061384>
- Du, J., Wu, X., Sun, S., Qin, Y., Liao, K., Liu, X., Qiu, R., Long, Z. & Zhang, L. (2023). Study on inoculation fermentation by fungi to improve the taste quality of summer green tea. *Food Bioscience*, 51.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fbio.2022.102321>
- Fagorzi, C. & Mengoni, A. (2022). Endophytes: Improving Plant Performance. *Microorganisms*, 10, 1777.  
<https://doi.org/10.3390/microorganisms10091777>
- French, K.E. (2017). Engineering Mycorrhizal Symbioses to Alter Plant Metabolism and Improve Crop Health. *Frontiers in Microbiology*, 8.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.01403>
- Giannoulis, K., Platis, I., Gougoulis, N., Wogiatzi, E. (2020). Influence of *Trichoderma harzianum* and *Glomus mycorrhiza* on biomass and essential oil yield of organic *Ocimum basilicum* cultivation. *Agriculture and Forestry*, 66 (3), 139-154. <https://doi.org/10.17707/AgricultForest.66.3.12>
- Giovannetti, M. (2008). Structure, Extent and Functional Significance of Belowground Arbuscular Mycorrhizal Networks. *Springer eBooks*, pp.59–72. [http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-78826-3\\_3](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-78826-3_3)
- Golubkina, N., Logvinenko, L., Novitsky, M., Zamana, S., Sokolov, S., Molchanova, A., Shevchuk, O., Sekara, A., Tallarita, A., & Caruso, G. (2020). Yield, Essential Oil and Quality Performances of *Artemisia dracunculus*, *Hyssopus officinalis* and *Lavandula angustifolia* as Affected by Arbuscular Mycorrhizal Fungi under Organic Management. *Plants*, 9(3), 375. <https://doi.org/10.3390/plants9030375>
- Gupta, M. L., Prasad, A., Ram, M., & Kumar, S. (2002). Effect of the vesicular–arbuscular mycorrhizal (VAM) fungus *Glomus fasciculatum* on the essential oil yield related characters and nutrient acquisition in the crops of

different cultivars of menthol mint (*Mentha arvensis*) under field conditions. *Bioresource Technology*, 81(1), 77–79.  
[https://doi.org/10.1016/s0960-8524\(01\)00109-2](https://doi.org/10.1016/s0960-8524(01)00109-2)

Hüsni, K., Baser, C. & Demirci, F. (2007). Chemistry of Essential Oils.  
[http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-49339-6\\_4](http://dx.doi.org/10.1007/978-3-540-49339-6_4)

Jangra, E., Yadav, K., Aggarwal, A. (2019) Impact of arbuscular mycorrhizal fungi and *Pseudomonas fluorescens* on growth, physiological parameters and essential oil content in *Ocimum basilicum* L. *European Journal of Environmental Sciences*, 9(2), 97–101.  
<https://doi.org/10.14712/23361964.2019.12>

Jin, H., Pfeffer, P. E., Douds, D. D., Piotrowski, E., Lammers P. J. & Sachar-Hill, Y. (2005). The uptake, metabolism, transport and transfer of nitrogen in an arbuscular mycorrhizal symbiosis. *The New phytologist*, 168.  
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2005.01536.x>

Kallio, H., Hakala, M., Pelkkikangas, A.-M. & Lapveteläinen, A. (2000). Sugars and acids of strawberry varieties. *European Food Research and Technology* 2000 212:1, 212. <http://dx.doi.org/10.1007/s002170000244>

Kapoor, R., Giri, B. & Mukerji, K. G. (2002). Mycorrhization of coriander (*Coriandrum sativum* L) to enhance the concentration and quality of essential oil. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 82.  
<https://doi.org/10.1002/jsfa.1039>

Kapoor, R., Giri, B., & Mukerji, K. G. (2002). *Glomus macrocarpum*: a potential bioinoculant to improve essential oil quality and concentration in Dill (*Anethum graveolens* L.) and Carum (*Trachyspermum ammi* (Linn.) Sprague). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 18(5), 459–463. <https://doi.org/10.1023/a:1015522100497>

Karagiannidis, N., Thomidis, T., Lazari, D., Panou-Filotheou, E., & Karagiannidou, C. (2011). Effect of three Greek arbuscular mycorrhizal fungi in improving the growth, nutrient concentration, and production of essential oils of oregano and mint plants. *Scientia Horticulturae*, 129(2), 329–334. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.03.043>

Khalediyan, N., Weisany, W. and Schenk, P.M. (2021). Arbuscular mycorrhizae and rhizobacteria improve growth, nutritional status and essential oil production in *Ocimum basilicum* and *Satureja hortensis*. *Industrial Crops and Products*, 160, p.113163.  
<https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.113163>

- Khaosaad, T., Vierheilig, H., Nell, M., Zitterl-Eglseer, K., & Novak, J. (2006). Arbuscular mycorrhiza alter the concentration of essential oils in oregano (*Origanum* sp., Lamiaceae). *Mycorrhiza*, 16(6), 443–446.  
<https://doi.org/10.1007/s00572-006-0062-9>
- Lei, A. Zhou, J. Rong, Z. Alqahtani, M.D. Gao, X. Wu, Q. (2024) Mycorrhiza-triggered changes in leaf food quality and secondary metabolite profile in tea at low temperatures. *Rhizosphere*, 29:100840.  
<https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2023.100840>
- Li, Y., Jeyaraj, A., Yu, H., Wang, Y., Ma, Q., Chen, X., Sun, H., Zhang, H., Ding, Z. & Li, X. January 7, (2020). Metabolic Regulation Profiling of Carbon and Nitrogen in Tea Plants [*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze] in Response to Shading. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b05858>
- Liu, D., Chen, Q., Zhang P., Chen, D. & Howell, K. S. (2020). Vineyard ecosystems are structured and distinguished by fungal communities impacting the flavour and quality of wine. *bioRxiv*.  
<https://doi.org/10.1101/2019.12.27.881656>
- Lopes, A., Malik, S., Christine, A., A. Böttcher and Paulo Mazzafera (2012). Association with arbuscular mycorrhizal fungi influences alkaloid synthesis and accumulation in *Catharanthus roseus* and *Nicotiana tabacum* plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, 35(3), pp.867–880.  
<http://dx.doi.org/10.1007/s11738-012-1130-8>
- Lunn, J.E. (2016). Sucrose Metabolism. In eLS, John Wiley & Sons, Ltd (Ed.).  
<https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0021259.pub2>
- Matam, P. and Parvatam, G. (2017). Arbuscular mycorrhizal fungi promote enhanced growth, tuberous roots yield and root specific flavour 2-hydroxy-4-methoxybenzaldehyde content of *Decalepis hamiltonii* Wight & Arn.
- McGorin, R. 2011. Character-impact flavor and off-flavor compounds in foods.  
<http://doi.org/10.1201/b11446-10>
- Melato, M., da Cruz, M., Pinc, M., Otênio, J., Schwengber, R., Dias-Arieira, C., da Silva, C., & Alberton, O. (2024). Inoculation of rue with arbuscular mycorrhizal fungi alters plant growth, essential oil production and composition. *Rhizosphere*, 29, 100856–100856.  
<https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2024.100856>

- Mirzaie, M., Ladanmoghadam, A. R., Hakimi, L., & Danaee, E. (2020). Water Stress Modifies Essential Oil Yield and Composition, Glandular Trichomes and Stomatal Features of Lemongrass (*Cymbopogon citratus*) Inoculated with Arbuscular Mycorrhizal Fungi. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 22(6), 1575–1585.  
[https://jast.modares.ac.ir/browse.php?a\\_code=A-10-49323-1&slc\\_lang=en&sid=23](https://jast.modares.ac.ir/browse.php?a_code=A-10-49323-1&slc_lang=en&sid=23)
- Mohammadi, K., Khalesro, S., Sohrabi, Y. and Heidari, G. (2011). A Review: Beneficial Effects of the Mycorrhizal Fungi for Plant Growth. *Journal of Applied Environmental and Biological Sciences*, 9(1).
- Mojet, J. (2004). Effect of Concentration on Taste-Taste Interactions in Foods for Elderly and Young Subjects. *Chemical Senses*, 29(8), pp.671–681.  
<https://doi.org/10.1093/chemse/bjh070>
- de Oliveira, J.S.F., Xavier, L.P., Lins, A. *et al.* Effects of inoculation by arbuscular mycorrhizal fungi on the composition of the essential oil, plant growth, and lipoxygenase activity of *Piper aduncum* L.. *AMB Expr* **9**, 29 (2019). <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0756-y>
- Ortaş, I., Rafique, M. & Ahmed, İ. A. M. (2017). Application of Arbuscular Mycorrhizal Fungi into Agriculture. *Arbuscular Mycorrhizas and Stress Tolerance of Plants*. [http://doi.org/10.1007/978-981-10-4115-0\\_13](http://doi.org/10.1007/978-981-10-4115-0_13)
- Ozilgen, S. (2012). Factors affecting taste perception and food choice.
- Pal, S., Singh, H. B., Farooqui, A. & Rakshit, A. (2016). Commercialization of Arbuscular Mycorrhizal Technology in Agriculture. *Agriculturally Important Microorganisms*. [http://doi.org/10.1007/978-981-10-2576-1\\_6](http://doi.org/10.1007/978-981-10-2576-1_6)
- Parniske, M. (2008). Arbuscular mycorrhiza: the mother of plant root endosymbioses. *Nature Reviews Microbiology*, 6(10), pp.763–775.  
<https://doi.org/10.1038/nrmicro1987>
- Pathak, V.M., Verma, V.K., Rawat, B.S., Kaur, B., Babu, N., Sharma, A., Dewali, S., Yadav, M., Kumari, R., Singh, S., Mohapatra, A., Pandey, V., Rana, N. and Cunill, J.M. (2022). Current status of pesticide effects on environment, human health and it's eco-friendly management as bioremediation: A comprehensive review. *Frontiers in Microbiology*, 13.  
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.962619>

- Peterson, R. L., Piché, Y. & Plenchette, C. (1984). Mycorrhizae and their potential use in the agricultural and forestry industries. *Biotechnology advances*, 2. [https://doi.org/10.1016/0734-9750\(84\)90243-X](https://doi.org/10.1016/0734-9750(84)90243-X)
- Picazo-Aragonés, J., Terrab, A. and Balao, F. (2020). Plant Volatile Organic Compounds Evolution: Transcriptional Regulation, Epigenetics and Polyploidy. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(23), p.E8956. <https://doi.org/10.3390/ijms21238956>
- Prescott, J., Norris, L., Kunst, M. and Kim, S. (2005). Estimating a consumer rejection threshold' for cork taint in white wine. *Food Quality and Preference*, 16(4), pp.345–349. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2004.05.010>
- Rasouli-Sadaghiani, M., Hassani, A., Barin, M., Danesh, Y.R., Sefidkon, F. (2010) Effects of arbuscular mycorrhizal (AM) fungi on growth, essential oil production and nutrients uptake in basil. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(21), 2222-2228. <https://doi.org/10.5897/JMPR10.337>
- Rydlová, J., Jelínková, M., Dušek, K., Dušková, E., Vosátka, M. and Püschel, D. (2015). Arbuscular mycorrhiza differentially affects synthesis of essential oils in coriander and dill. *Mycorrhiza*, 26(2), pp.123–131. [doi:https://doi.org/10.1007/s00572-015-0652-5](https://doi.org/10.1007/s00572-015-0652-5)
- Sadgrove, N. J., Padilla-González, G. F., & Phumthum, M. (2022). Fundamental Chemistry of Essential Oils and Volatile Organic Compounds, Methods of Analysis and Authentication. *Plants (Basel, Switzerland)*, 11(6), 789. <https://doi.org/10.3390/plants11060789>
- Salomon, M. J., Demarmels, R., Watts-Williams, S.J., McLaughlin, M. J., Kafle, A., Ketelsen, C., Soupir, A., Bücking, H., Cavagnaro, T. R. & van der Heijden, M. (2022). Global evaluation of commercial arbuscular mycorrhizal inoculants under greenhouse and field conditions. *Applied Soil Ecology*, 169. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.104225>
- Sammak, A. S., Anvari, M., Matinizadeh, M., & Mirza, M. (2020). The Synergistic Effect of Arbuscular Mycorrhizal Fungi and *Pseudomonas fluorescens* on Growth and Qualitative and Quantitative Yield of *Thymus kotschyanus* Essential Oil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 23(3), 532–547. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2020.1804467>
- Schubert, R., Werner, S., Cirka, H., Rödel, P., Tandron, Y., Mock, H.P., Hutter, I., Kunze, G., Hause, B. (2020) Effects of Arbuscular Mycorrhization on Fruit Quality in Industrialized Tomato Production. *International Journal*

*of Molecular Sciences*, 21(19):7029.  
<https://doi.org/10.3390/ijms21197029>

- Shang Y., Ma, Y., Zhou, Y., Zhang, H., Duan, L., Chen, H., Zeng, J., Zhou, Q., Wang, S., Gu, W., Liu, M., Ren, J., Gu, X., Zhang, S., Wang, Y., Yasukawa, K., Bouwmeester, H. J., Qi, X., Zhang, Z., Lucas, W. J. & Huang, S. (2014). Biosynthesis, regulation, and domestication of bitterness in cucumber. *Science*, 346.  
<https://doi.org/10.1126/science.1259215>
- Sheikh-Assadi, M., Khandan-Mirkohi, A., Taheri, M.R., Babalar, M., Sheikhi, H. and Nicola, S. (2023). Arbuscular Mycorrhizae Contribute to Growth, Nutrient Uptake, and Ornamental Characteristics of *Statice* (*Limonium sinuatum* [L.] Mill.) Subject to Appropriate Inoculum and Optimal Phosphorus. *Horticulturae*, 9(5), p.564.  
<https://doi.org/10.3390/horticulturae9050564>
- e Silva, M. T., Calandrelli, A., Miamoto, A., Rinaldi, L. K., Pereira Moreno, B., da Silva, C., & Dias-Arieira, C. R. (2021). Pre-inoculation with arbuscular mycorrhizal fungi affects essential oil quality and the reproduction of root lesion nematode in *Cymbopogon citratus*. *Mycorrhiza*, 31(5), 613–623.  
<https://doi.org/10.1007/s00572-021-01045-2>
- Tarraf, W., Ruta, C., De Cillis, F., Tagarelli, A., Tedone, L., & De Mastro, G. (2015). Effects of mycorrhiza on growth and essential oil production in selected aromatic plants. *Italian Journal of Agronomy*, 10(3), 160–162.
- Thokchom, S. D., Gupta, S., & Kapoor, R. (2020). Arbuscular mycorrhiza augments essential oil composition and antioxidant properties of *Ocimum tenuiflorum* L. – A popular green tea additive. *Industrial Crops and Products*, 153, 112418. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112418>
- Todeschini, V., Aitlahmidi, N., Mazzucco E., Marsano, F., Gosetti, F., Robotti, E., Bona, E., Massa, N., Bonneau, L., Marengo, E., Wipf, D., Berta, G. & Lingua, G. (2018). Frontiers | Impact of Beneficial Microorganisms on Strawberry Growth, Fruit Production, Nutritional Quality, and Volatilome. *Frontiers in Plant Science*, 9. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01611>
- Weisany, W., Raei, Y., Salmasi, S. Z., Sohrabi, Y., & Ghassemi-Golezani, K. (2016). Arbuscular mycorrhizal fungi induced changes in rhizosphere, essential oil and mineral nutrients uptake in dill/common bean intercropping system. *Annals of Applied Biology*, 169(3), 384–397.  
<https://doi.org/10.1111/aab.12309>

Weng, W., Yan, J., Zhou, M., Yao, X., Gao, A., Ma, C., Cheng, J. & Ruan, J. (2022). Roles of Arbuscular mycorrhizal Fungi as a Biocontrol Agent in the Control of Plant Diseases. *Microorganisms* 2022, Vol. 10, Page 1266, 10. <https://doi.org/10.3390%2Fmicroorganisms10071266>

## 10. Bilagor

Tabell 1. Summering av antal studier per växt med EO

Växt	Total antal studier	Studier med ändringar i EO koncentration	Studier med ändringar i EO komposition
Ajovan (Trachyspermium ammi)	1	1	0
Artemisia (Artemisia annua)	1	1	0
Basilika (Ocimum basilicum)	6	6	6
Citrongräs (Cymbopogon citratus)	2	2	0
Dill (Anethum graveolens)	3	3	0
Dragon (Artemisia dracunculoides)	1	1	0
Helig basilika (Ocimum tenuiflorum)	1	1	1
Hisop (Hyssopus officinalis)	1	1	0
Kamomill (Matricaria chamomilla)	1	1	0
Koriander (Coriandrum sativum)	2	2	0
Lavendel (Lavandula angustifolia)	1	1	0



Myntasläktet (Mentha)	2	2	1
Oreganosläktet (Origanum)	2	2	1
Piper aduncum	1	0	1
Rosengeranium (Pelargonium graveolens)	2	0	1
Salvia (Salvia officinalis)	1	1	1
Sommarkyndel (Satureja hortensis)	1	1	1
Timjansläktet (Thymus)	3	3	0
Tobak (Nicotiana tabacum)	1	1	1
Vinruta (Ruta graveolens)	1	1	0

Tabell 2. Summering antal studier per svampart för både EO och övriga smakämnen. Notera att de Almeida et al. (2021) och Liu et al. (2020) exkluderas då de redovisade för allt för många svamparter att summera.

Svampart	Antal studier (EO + Övriga)
Acaulospora laevis	2
Claroideoglomerus claroideum	1
Claroideoglomerus etunicatum	6
Funneliformis badium	1
Funneliformis mosseae	3
Glomerus aggregatum	2
Glomerus fasciculatum	9
Glomerus lamellosum	1
Glomerus macrocarpum	3
Glomerus mosseae	9
Glomerus mycorrhiza	1
Glomerus versiforme	1
Glomerus viscosum	2
Gigaspora margarita	1

Gigaspora rosea	1
Rhizophagus clarus	3
Rhizophagus etunicatum	1
Rhizophagus intraradices	6
Rhizophagus irregularis	5
Septoglomus viscosum	1

Tabell 3. Summering av studier angående eteriska oljor (EO)

Studie	Växt	Svamparter	Resultat	Kommentarer
Alam et al. (2010)	Rosengeranium (Pelargonium graveolens)	Glomus aggregatum, G. fasciculatum, G. intraradices, G. mosseae	Ingen ökning i EO koncentration, högre avkastning pga. biomassa	Inokulering med enbart svamp och svamp + bakteriet <i>Bacillus subtilis</i>
de Almeida et al. (2020)	Kamomill (Matricharia chamomilla)	22 olika, 11 släkten	Ökning i EO koncentration	
Amiri et al. (2017)	Rosengeranium	Rhizophagus intraradices, R. irregularis	Ändring i EO komposition	Försök skedde under normala förhållanden och under vattenbrist
Arpanahi et al. (2020)	Timjan (Thymus vulgaris, T. daenensis)	Funneliformis mosseae, R. irregularis	Ökning i EO koncentration hos alla arter	Försök skedde under normala förhållanden och under vattenbrist
Begum et al. (2021)	Tobak (Nicotiana tabacum)	G. versiforme	Ökning i EO koncentration, ändring i EO komposition	Försök skedde under normala förhållanden och under vattenbrist
Chaudhary et al. (2008)	Artemisia (Artemisia annua)	G. macrocarpum, G. fasciculatum	Ökning i EO koncentration	

Copetta et al. (2006)	Basilika (Ocimum basilicum var. Genovese)	G. mosseae, Gigaspora margarita, Gi. rosea	Ökning i EO koncentration, ändring i EO komposition	
Giannoulis et al. (2020)	Basilika	G. mycorrhiza	Ändring i EO komposition	
Golubkina et al. (2020)	Dragon (Artemisia dracunculus), lavendel (Lavandula angustifolia), hisop (Hyssopus officinalis)	R. intraradices	Ökning i EO koncentration hos alla arter	
Gupta et al. (2002)	Mynta (Mentha arvensis)	G. fasciculatum	Ökning av EO koncentration	
Jangra et al. (2019)	Basilika	G. mosseae, Acaulospora laevis	Ökning av EO koncentration	Inokulering med enbart svamp och svamp + bakteriet Pseudomonas fluorescens
Kapoor et al. (2002a)	Koriander (Coriandrum sativum)	G. macrocarpum, G. fasciculatum	Ökning av EO koncentration	
Kapoor et al. (2002b)	Dill (Anethum graveolens), ajovan (Trachyspermium ammi)	G. macrocarpum, G. fasciculatum	Ökning av EO koncentration hos alla arter	
Karagiannidis et al. (2011)	Oregano (Origanum ornitis), mynta (Mentha viridis)	G. etunicatum, G. lamellosum	Ökning av EO koncentration, ändring av EO komposition hos alla arter	
Khalediyan et al. (2021)	Basilika, sommarkyndel (Satureja hortensis)	G. intraradices, G. mosseae	Ökning av EO koncentration, ändring av EO	

			komposition hos alla arter	
Khaosaad et al. (2006)	Tre genotyper oregano (Origanum sp.)	G. mosseae	Ökning av EO koncentration hos två genotyper	
Mayam et al. (2013)	Basilika	G. mosseae, G. fasciculatum, G. intraradices	Ökning av EO koncentration, ändring av EO komposition	
Melato et al. (2024)	Vinruta (Ruta graveolens)	R. clarus, Claroideoglossus etunicatum	Ökning av EO koncentration	
Mirzaie et al. (2020)	Citrongräs (Cymbopogon citratus)	G. mosseae	Ökning av EO koncentration	Försök skedde under olika grader av vattentillgänglighet
de Oliveira et al. (2019)	Piper aduncum	R. clarus, Claroideoglossus etunicatum	Ändring i EO komposition	
Rasouli-Sadaghiani et al. (2021)	Basilika	G. fasciculatum, G. etunicatum, G. intraradices	Ökning av EO koncentration, ändring av EO komposition	
Rydlová et al. (2015)	Koriander, dill	R. irregularis	Ökning av EO koncentration hos alla arter	
Sammak et al. (2020)	Timjan (Thymus kotschyanus)	R. clarus, F. badium, A. laevis	Ökning av EO koncentration	Inokulering tillsammans med bakteriet <i>Pseudomonas fluorescens</i>
e Silva et al. (2021)	Citrongräs	R. clarus, C. etunicatum	Ökning av EO koncentration	Under angrepp av nematoden <i>Pratylenchus brachyurus</i>
Tarrafi et al. (2015)	Salvia (Salvia officinalis)	G. mosseae, G. viscosum	Ökning av EO koncentration,	

			ändring av EO komposition	
Thokchom et al. (2021)	Helig basilika (Ocimum tenuiflorum)	R. intraradices	Ökning av EO koncentration, ändring av EO komposition	
Weisany et al. (2016)	Dill	F. mosseae	Ökning av EO koncentration	Samodling med böna ( <i>Phaesolus vulgaris</i> )

Tabell 4. Summering av studier angående övriga smakämnen

Studie	Växt	Svamparter	Resultat	Kommentarer
Bona et al. (2016)	Tomat (Solanum lycopersicum)	Rhizophagus intraradices, Glomus aggregatum, G. viscosum, Claroideoglomus etunicatum, C. claroideum)	Ökning i koncentration av aminosyror och socker	Inokulering med <i>Pseudomonas</i> bakterier.
Borde et al. (2009)	Vitlök (Allium sativum)	G. fasciculatum	Ökning i koncentration av alliin och alliinas	
Matam & Parvatam (2017)	Decalepis hamiltonii	G. mosseae, G. fasciculatum, G. monosporum	Ökning i koncentration av 2H4MBA	
Lei et al. (2024)	Té (Camilla sinensis)	C. etunicatum	Ökning i koncentration av socker, aminosyror och diverse metaboliter	
Liu et al. (2020)	Vin (Vitis)	Diverse	Ändringar i sockerhalt, sekundära metaboliter, syror	Resultat beroende på vingård

Schubert et al. (2020)	Tomat	R. irregularis	Ökning i koncentration av aminosyror och socker	
Todeschini et al. (2018)	Jordgubbe (Fragaria x anannassa)	Funneliformis mosseae, Septoglomus viscosum, R. irregularis	Ökning i koncentration av syror, minskning i koncentration av socker, ändringar i koncentration av volatila ämnen och metaboliter	Inokulering tillsammans med tre arter av bakteriet <i>Pseudomonas</i>