



# **Biologisk bekämpning av *Fusarium oxysporum formae specialis cepae* i lökodling genom användning av *Trichoderma*-svampar**

---

Klara Gustavsson

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp  
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU  
Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap  
Institutionen för biosystem och teknologi  
Trädgårdsingenjör, odling  
Alnarp 2026



# Biologisk bekämpning av *Fusarium oxysporum formae specialis cepae* i lökodling genom användning av *Trichoderma*-svampar

*Biological control of Fusarium oxysporum formae specialis cepae in onion cultivation with Trichoderma fungi*

Klara Gustavsson

<b>Handledare:</b>	<b>Maria Viketoft, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för ekologi</b>
<b>Bitr. handledare:</b>	Oskar Hansson, Hushållningssällskapet
<b>Examinator:</b>	Åsa Lankinen, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för växtskyddsbiologi
<b>Omfattning:</b>	15 hp
<b>Nivå och fördjupning:</b>	Grundnivå, G2E
<b>Kurstitel:</b>	Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap
<b>Kurskod:</b>	EX0844
<b>Program/utbildning:</b>	Trädgårdsingenjör, odling
<b>Kursansvarig inst.:</b>	Institutionen för biosystem och teknologi
<b>Utgivningsort:</b>	Alnarp
<b>Utgivningsår:</b>	2026
<b>Omslagsbild:</b>	Angrepp av <i>Fusarium oxysporum</i> i lökodling (foto: Oskar Hansson)
<b>Upphovsrätt:</b>	Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd
<b>Nyckelord:</b>	Biologisk bekämpning, <i>Fusarium oxysporum</i> , lökodling, <i>Trichoderma</i>

## Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU kan publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver i sådana fall godkänna publiceringen. I samband med att du godkänner publicering kommer SLU även att behandla dina personuppgifter (namn) för att göra arbetet sökbart på internet. Du kan närsomhelst återkalla ditt godkännande genom att kontakta biblioteket.

Även om du väljer att inte publicera arbetet eller återkallar ditt godkännande så kommer det arkiveras digitalt enligt arkivlagstiftningen.

Du hittar länkar till SLU:s publiceringsavtal och SLU:s behandling av personuppgifter och dina rättigheter på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

JA, jag, Klara Gustavsson har läst och godkänner avtalet för publicering samt den personuppgiftsbehandling som sker i samband med detta

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

## Sammanfattning

*Fusarium oxysporum formae specialis cepae* betraktas som en av de mest allvarliga växtpatogena svamparna i lökodling. Svampen orsakar problem i många delar av världen, inklusive Sverige, och är problematisk då den resulterar i skördebortfall och röta. Svampen är jordburen och sprider sig främst genom produktion av asexuella konidier. I Sverige finns ingen tillåten kemisk bekämpning för svampen. Denna litteraturstudie syftar till att undersöka hur biologisk bekämpning med *Trichoderma*-svampar fungerar mot patogenen. Andra organismers potential till bekämpning av patogenen undersöks också för att ge en bättre bild av de olika biologiska alternativ som finns. Studien visar på att svampar av släktet *Trichoderma* har en god bekämpande effekt mot skadegöraren med minskade sjukdomsangrepp och ökad tillväxt som följd. Trots en avsaknad av studier genomförda under svenska förhållanden dras slutsatsen att bekämpningen skulle kunna fungera även i Sverige. Detta på grund av nyttosvampens väldokumenterade hämmande effekt mot just *Fusarium oxysporum* i andra delar av världen. Lök är en viktig gröda för den svenska produktionen, det är därför av betydelse att kunna bekämpa aktuella skadegörare på ett hållbart sätt.

*Nyckelord:* Biologisk bekämpning, *Fusarium oxysporum*, lökodling, *Trichoderma*

## Abstract

*Fusarium oxysporum formae specialis cepae* is considered as one of the most severe pathogenic fungi in onion cultivation. The pathogen causes problems worldwide, including in Sweden, as it causes reduction in yield and rotting of the bulbs. The fungus is soilborne and asexual conidia are produced in order for it to spread. No chemical pesticides are available to use against this fungus in Sweden. The aim of this study is to assess how biological control with *Trichoderma* fungi works against the *Fusarium* fungus. To provide a better understanding of the availability of different biological options, the potential of other organisms is also being investigated. The findings indicate that species of *Trichoderma* demonstrate great potential in suppressing the pathogen, resulting in minimized infection and enhanced growth rates. Despite a lack of studies in a Swedish setting, it is concluded that the biological control could also work in Sweden. This is due to the well-established antagonistic activity of *Trichoderma* fungi against *Fusarium oxysporum* in other countries. Onions are a crop of high value for Swedish food production, it is therefore crucial to implement sustainable management strategies.

*Keywords:* Biological control, *Fusarium oxysporum*, onion cultivation, *Trichoderma*

# Innehållsförteckning

<b>Tabellförteckning.....</b>	<b>6</b>
<b>Figurförteckning.....</b>	<b>7</b>
<b>Förkortningar .....</b>	<b>8</b>
<b>1. Inledning .....</b>	<b>9</b>
<b>2. Bakgrund .....</b>	<b>10</b>
2.1 Matlök ( <i>Allium cepa</i> ).....	10
2.2 <i>Fusarium oxysporum f. sp. cepae</i> (Foc) som patogen.....	10
2.3 Nyttosvampar av släktet <i>Trichoderma</i> .....	13
2.4 Syfte och frågeställningar.....	13
2.5 Avgränsning .....	13
<b>3. Metod .....</b>	<b>14</b>
<b>4. Resultat .....</b>	<b>15</b>
4.1 <i>Fusarium oxysporum f. sp. cepae</i> .....	15
4.2 <i>Trichoderma</i> .....	16
4.2.1 Ekologi .....	16
4.2.2 Applicering och kommersiell användning av <i>Trichoderma</i> .....	17
4.3 Interaktionen mellan <i>Fusarium oxysporum</i> och <i>Trichoderma</i> .....	18
4.4 Biologisk bekämpning genom andra organismer än <i>Trichoderma</i> .....	21
4.4.1 Bakterier .....	21
4.4.2 Arbuskulär mykorrhiza .....	21
<b>5. Diskussion och slutsatser .....</b>	<b>23</b>
<b>Referenser .....</b>	<b>26</b>

# Tabellförteckning

<b>Tabell 1:</b> Studier som undersökt interaktionen mellan <i>Fusarium oxysporum formae specialis cepae</i> och <i>Trichoderma</i> .....	18
---	----

# Figurförteckning

<b>Figur 1:</b> Kraftiga angrepp av <i>Fusarium oxysporum</i> i lökodling belägen i sydöstra Skåne (foto: Oskar Hansson, 2020) .....	11
<b>Figur 2:</b> <b>A)</b> Lök infekterad av <i>Fusarium oxysporum</i> <b>B)</b> Lök angripen av <i>Fusarium oxysporum</i> som visar tydliga symptom i form av brun och vattnig vävnad (foto: Oskar Hansson, 2020).....	12

# Förkortningar

Förkortning	Betydelse
Foc	<i>Fusarium oxysporum f. sp. cepae</i>
f. sp.	<i>Formae specialis</i>
spp.	Species pluralis (flera arter)

# 1. Inledning

*Fusarium oxysporum f. sp. cepae* är en svamp som orsakar stora problem i lökodlingar i hela norra Europa och problemet har ökat drastiskt under de senaste 20 åren. Det finns inga kemiska bekämpningsmedel i Sverige som får användas mot *Fusarium* i lökodling (O. Hansson, personlig kommunikation, HIR Skåne, 2026). Vid biologisk bekämpning används levande organismer med syftet att kontrollera skadegöraren (Stenberg et al., 2021). Nyttosvampar av släktet *Trichoderma* anses vara en möjlig väg till att behandla *Fusarium*-svampen, vilket är främst vad detta arbete kommer att handla om.

Hushållningssällskapet planerar att under säsongen 2026 göra ett försök på *Fusarium*-smittad mark i Borgeby genom att på olika sätt testa *Trichoderma* som bekämpning. Det var genom kontakt med Oskar Hansson, rådgivare vid HIR Skåne, som idén till arbetet uppstod.

## 2. Bakgrund

### 2.1 Matlök (*Allium cepa*)

Lök är en gröda som tillhör familjen lökväxter (*Alliaceae*) och har sitt ursprung i Asien. Idag odlas grödan även i medelhavsländerna och i samtliga tempererade områden i världen. Ungefär 45 miljoner ton lök utspritt på 2,7 miljoner hektar skördas globalt varje år, med exempelvis Kina, USA och Indien som några av de större producenterna (Fogelfors, 2023).

Majoriteten av lökodlingen i Sverige sker i Skåne och på Öland. Trots att många olika typer av lök odlas så är det den gula matlöken som har övertaget på marknaden (Fogelfors, 2023). Enligt statistik över köksväxter på friland skördades 86 800 ton matlök på en areal av 1 676 hektar under 2024 (Jordbruksverkets statistikdatabas, 2024). Mellan 2013 och 2023 ökade produktionen av lök i Sverige med 44 procent, detta resulterade i att försörjningsförmågan för svensk lök låg på 78 procent under 2023 (Jordbruksverket, 2024).

Lök har ett grunt rotsystem och trivs på mullrika jordar med god struktur, rötterna kräver bra tillgång på syre och de bildar gärna symbios med mykorrhiza. Det finns en del skadegörare och sjukdomar som angriper lök, men det är just svampsjukdomar som orsakar den största skadan (Fogelfors, 2023).

### 2.2 *Fusarium oxysporum f. sp. cepae* (Foc) som patogen

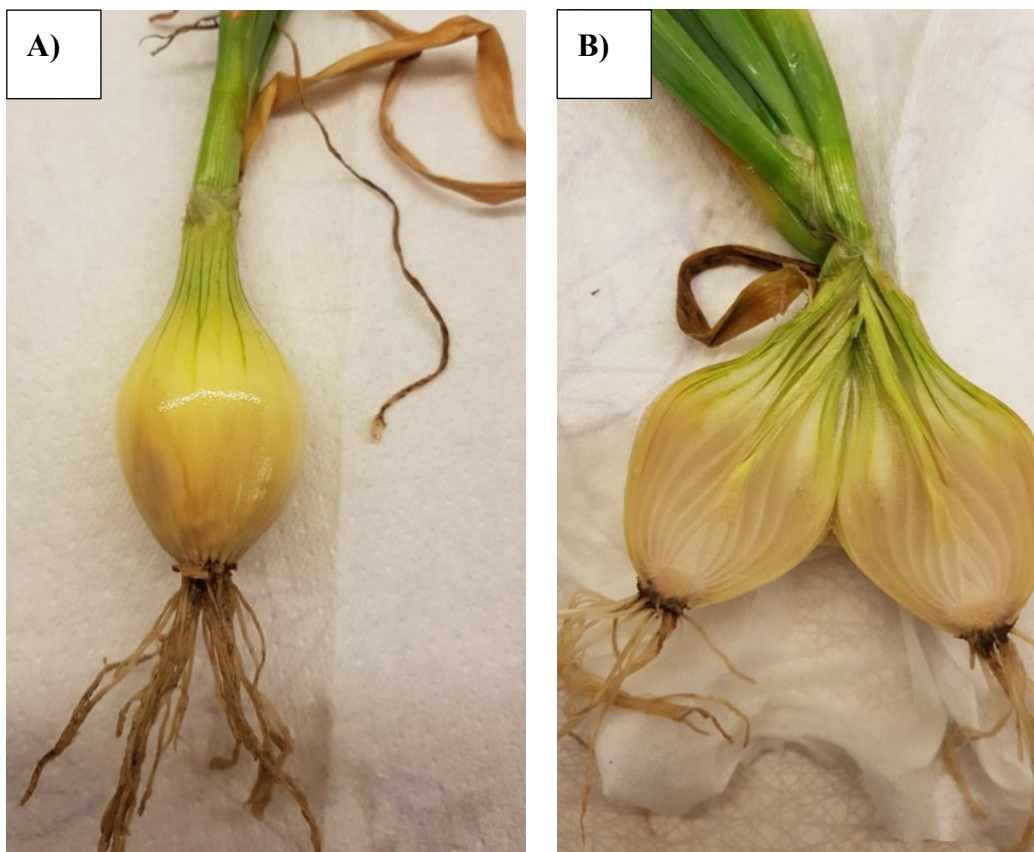
Svampsläktet *Fusarium* tillhör sporsäcksvamparna (Ascomycota) och familjen Hypocreaceae (Okungbowa & Shittu, 2014). Det finns många arter inom släktet som orsakar sjukdomar hos lökväxter, och *Fusarium oxysporum* anses vara en av de mest allvarliga (Schwartz & Mohan, 2016). *F. oxysporum* är en av de mest spridda av samtliga arter av *Fusarium* och går att hitta i de flesta delar av världen (Leslie & Summerell, 2006). *Fusarium oxysporum* beskrivs som ett artkomplex snarare än en egen art, det vill säga en grupp som är morfologiskt väldigt lika varandra vilket gör organismerna svåra att urskilja som enskilda arter (Saryan et al., 2020). Artkomplexet *F. oxysporum* kan ge upphov till sjukdomar hos över 120 olika växtarter (Agrios & Oliver, 2024). Svampen kan leda till stora skördebortfall och ekonomiska förluster. *Fusarium oxysporum* är värdspecifik, och på så sätt delas arten ytterligare in i olika *formae specialis* (*f. sp.*). Detta innebär att artens fullständiga namn reflekterar vilken värdväxt den har, exempelvis *F. oxysporum f. sp. cepae* som angriper lök, där *cepae* betyder lök på latin (Figur 1). Över 100

olika *formae specialis* av *F. oxysporum* har observerats (Leslie & Summerell, 2006).



**Figur 1:** Kraftiga angrepp av *Fusarium oxysporum* i lökodling belägen i sydöstra Skåne (foto: Oskar Hansson, 2020)

*Fusarium oxysporum f. sp. cepae* (Foc) sprids främst med jord, men den kan även sprida sig via frö och sättlök. Svampen tar sig in i löken genom dess rötter och kan orsaka svampsjukdomen basalröta (Pettersson, 2011). Lökplantan kan när som under dess utveckling bli smittad av patogenen. De första symptomen av rötan visar sig till exempel genom att bladen gulnar och successivt vissnar. Till slut börjar rötterna ruttna och vitt mycel går i vissa fall att urskilja vid lökens rotkaka. Vid genomskäring av en infekterad lök kan vävnaden upplevas något vattnig och brun (Figur 2). Ifall rötan inte är synlig under skörden kommer den infekterade löken troligtvis ruttna under lagringen (Schwartz & Mohan, 2016).



**Figur 2: A)** Lök infekterad av *Fusarium oxysporum* **B)** Lök angripen av *Fusarium oxysporum* som visar tydliga symptom i form av brun och vattnig vävnad (foto: Oskar Hansson, 2020)

Det finns i Sverige inga kemiska bekämpningsmedel att använda mot *Fusarium* i lökodling (O. Hansson, personlig kommunikation, HIR Skåne, 2026). Däremot finns det en del förebyggande åtgärder att ta till för att undvika angrepp, som till exempel användning av resistent sorter. Resistensen ger dock inte fullt skydd men kan minska skördeförlusten som Foc orsakar (Cramer, 2000). Ytterligare förebyggande åtgärder är att under lagringen hålla en temperatur på under fyra grader då svampens utveckling saktas ner vid lägre temperatur. Det är även av betydelse att inte odla lök för ofta, Jordbruksverket rekommenderar en växtföljd där lök inte odlas oftare än vart sjätte år (Jordbruksverket, 2014).

Eftersom den patogena svampen är jordburen är den svår att bli av med, och traditionella metoder som att använda kemiska fungicider bedöms inte vara det mest effektiva sättet. Att bekämpa patogenen biologiskt är ett mer hållbart alternativ. Biologisk bekämpning har god potential till att minska angrepp av *F. oxysporum* och antagonistiska svampar av släktet *Trichoderma* är en av de organismer som används för bekämpning (Varma et al., 2019).

## 2.3 Nyttosvampar av släktet *Trichoderma*

Svampsläktet *Trichoderma* tillhör också sporsäcksvamparna (Ascomycota) och ingår i familjen Hypocreaceae (Gupta, 2014). Svamparna förekommer ofta naturligt i exempelvis jord, på andra svampar, på död ved och i rotzonen hos växter. *Trichoderma*-svampar har förmågan att kunna byta mellan en biotrofisk och en saprotrofisk livsstil (Mukherjee et al., 2013). En biotrofisk livsstil innebär att svampen har ett behov av att ta näring av en annan levande organism, medan ett saprotrofiskt levnadssätt däremot går ut på att svampen livnär sig på att bryta ner dött organiskt material som näringskälla (Druzhinina et al., 2011). Arter inom släktet *Trichoderma* har en betydande roll inom biologisk bekämpning då de har förmågan att producera ämnen, som exempelvis enzymer, som kan bekämpa växtpatogena svampar (Mukherjee et al., 2013). Till exempel är *T. harzianum* effektiv som biologisk bekämpning mot jordburna patogener, och namnet på den kommersiella biofungiciden är *T. harzianum* T22 (Mukherjee et al., 2013). Förutom förmågan att bekämpa patogener har *Trichoderma*-svampar fler positiva effekter för grödan som odlas. De kan exempelvis kolonisera växternas rötter och bidra till en ökad tillväxt och bättre näringsupptag (Gupta, 2014).

## 2.4 Syfte och frågeställningar

Syftet med denna uppsats är att beskriva hur nyttosvampar av släktet *Trichoderma* fungerar som biologisk bekämpning av *F. oxysporum f. sp. cepae* i lökodling. Studien görs dessutom för att ta reda på om bekämpningen är ett möjligt alternativ att använda i Sverige.

Frågeställningar i arbetet är följande:

- Hur fungerar *Trichoderma* som bekämpning av Foc?
- Vid vilka förhållanden fungerar bekämpningen bäst?
- Finns det andra nyttosvampar eller bakterier som kan fungera?

## 2.5 Avgränsning

Arbetet har avgränsats genom att huvudsakligen fokusera på interaktionen mellan specifikt *F. oxysporum f. sp. cepae* och svampar av släktet *Trichoderma*. Uppsatsen fokuserar på skadebilden hos odling av matlök (*Allium cepa*).

Andra organismers potential till att bekämpa den växtpatogena svampen kommer inkluderas i begränsad mängd. Detta för att ge en bättre överblick över möjligheterna till biologisk bekämpning.

### 3. Metod

Arbetet är en litteraturstudie om hur *F. oxysporum f. sp. cepae* kan bekämpas biologiskt. Insamling av material har gjorts via söktjänsten SLU Primo och databaser tillgängliga via SLU biblioteket. Sökningar har gjorts främst på Web of Science och Primo. Även böcker och internetsidor har använts som material till uppsatsen.

Sökord som har använts under insamlingen av material är till exempel *Fusarium oxysporum f. sp cepae*, *Fusarium oxysporum*, Fusarium basal rot, *Trichoderma*, Biological control, *Allium*.

## 4. Resultat

### 4.1 *Fusarium oxysporum f. sp. cepae*

Det är inte av tillfällighet som *F. oxysporum* kommer i kontakt med sin värdväxt. Svampens hyfer har en förmåga att växa mot näringsämnen eller signaler från plantans rötter. Genom att svampen kan ta emot dessa signaler kan den upptäcka var värdväxten befinner sig (Agrios & Oliver, 2024).

Den jordburna patogenen infekterar vanligtvis värdväxten genom dess rötter. Efter att ha trängt sig igenom rotspetsen tar svampens mycel sig in i växtens xylem (ledningsvävnad) för att sedan vandra upp i växten. Den fortsätter växa inuti plantans kärlsystem där den producerar stora mängder konidier (Varma et al., 2019). *Fusarium oxysporum f. sp. cepae* förökar sig asexuellt, inga fall av sexuell förökning har observerats. Kunskapen om genetiken hos svampen är begränsad, vilket kan härledas till avsaknaden av observerad sexuell förökning (Leslie & Summerell, 2006). Svampen bildar makrokonidier, mikrokonidier och klamydosporer. Konidier är asexuella sporer som svampen producerar för att kunna föröka sig. Makrokonidier är de större konidierna och mikrokonidier är av mindre storlek (Motarjemi, 2014). Klamydosporer har något tjockare cellvägg, jämfört med makro- och mikrokonidierna, och de bildas för att svampen ska kunna överleva i jorden under längre tid (Schwartz & Mohan, 2016). Klamydosporerna bildas i stora mängder och kan överleva flera år i jorden. Svampens sporer kan spridas med till exempel bevattningsvatten och verktyg som har använts i smittad jord (Cramer, 2000). Sporererna kan även spridas med vind, jord, smittat växtmaterial och frön (Leslie & Summerell, 2006). När svampen lyckas ta sig in i växtens xylem fungerar inte längre vattentransporten till bladen. Detta på grund av att svampens mycel och sporer täpper till växtens ledningsvävnad, vilket resulterar i att plantan vissnar (Boddy, 2016).

Förutom infektion via rötterna kan Foc infektera genom att ta sig in genom botten av löken där rötterna börjar, men även genom äldre blad på plantan. Svampens väg in i löken underlättas ifall vävnaden är skadad. Det kan handla om skador som orsakas mekaniskt eller av andra organismer (Cramer, 2000). Lökflugan (*Delia antiqua*) är ett exempel på en skadegörare som kan skada vävnaden och underlätta för svampen. Sekundära skadegörare kan också komma att bli ett problem, till exempel borststjälkflugan (*Delia platura*) lockas till lökar som är smittade av svampen (Schwartz & Mohan, 2016).

För att svampen ska kunna ta sig in i löken utsöndrar den enzymer som bryter ner lökens cellvägg. När cellväggen bryts ner släpper lökens vävnad ifrån sig socker som agerar som föda för svampen, vilket gör att patogenen kan fortsätta växa och föröka sig. I stora drag går sjukdomen från en något missfärgad lök, till nekros (celldöd), sedan dör hela plantan och slutligen ruttnar löken. Basalröten, som orsakas av *F. oxysporum f. sp. cepae*, utvecklas som snabbast när jordtemperaturen är mellan 25-28 °C. När temperaturen i jorden understiger 15 °C syns röten sällan till (Schwartz & Mohan, 2016). Det mest gynnsamma pH-värdet för svampens tillväxt ligger på ungefär 6.6, däremot kan tillväxt ske mellan pH 2.2 och 8.4 (Cramer, 2000).

## 4.2 *Trichoderma*

### 4.2.1 Ekologi

*Trichoderma* spp. kan använda sig av mykoparasitism, vilket innebär att en svampart angriper och livnär sig på en annan art av svamp. *Trichoderma*-svampar har dessutom förmågan att framkalla försvarsmekanismer hos plantor. Växter som har behandlats med nyttsvampen har visat sig vara mer motståndskraftiga mot patogener. Svampen inducerar metaboliska förändringar hos växten som resulterar i denna fördelaktiga effekt (Gupta, 2014).

*Trichoderma*-svampar har förmågan att lokalisera sin värdorganism, i detta fall *Fusarium*-svampen, genom att använda receptorer för att känna av var den befinner sig (Sharma & Sharma, 2020). Vid angrepp genom mykoparasitism lindrar sig svampen runt hyferna på sin värdorganism. Sedan producerar den enzymer som orsakar att patogenens cellvägg går sönder så att *Trichoderma*-svampen kan ta sig in och livnära sig på sin värdorganism. Detta resulterar i att den attackerade svampen dör (Gupta, 2014). Nyttosvamparna kan även producera ämnen som är direkt toxiska för vissa patogener (Varma et al., 2019).

Nyttosvampar av släktet *Trichoderma* kan föröka sig både asexuellt och sexuellt, men den asexuella förökningen är vanligast. Under asexuell reproduktion producerar *Trichoderma*-svampar konidiesporer för att kunna sprida sig. Klamydosporer produceras också för att svampen ska kunna överleva under en längre tid och dessa sporer överlever längre i jorden än konidiesporerna (Mukherjee et al., 2013).

Svampar av släktet *Trichoderma* är bra på att konkurrera om plats och näring, vilket gör att de har en fördel när det kommer till att kunna etablera sig i rhizosfären (rotzonen). Svampen kan därför konkurrera ut andra arter av svampar (Gupta, 2014). Den optimala temperaturen för tillväxt hos *Trichoderma* ligger mellan 25-30 °C (Sandle, 2014). När det kommer till pH klarar svampen av att växa under ett intervall på cirka 2.0 till 6.0 (Kumar, 2013).

#### 4.2.2 Applicering och kommersiell användning av *Trichoderma*

De utmaningar som finns med att kommersiellt använda *Trichoderma* är bland annat att svampen måste gå att massproducera samt levereras på ett hållbart sätt (Manoharachary, 2021). För att kunna använda biologiska bekämpningsmedel med *Trichoderma*-svampar i fält krävs en omfattande förökning av sporer. Det finns en del faktorer att ta i beaktande när det kommer till sporbildningen hos *Trichoderma* spp. och vilket substrat som används kan vara avgörande för uppförökningen av sporer. Svamparna producerar sporer mer effektivt i fasta substrat jämfört med flytande medel. Det odlingsmedium som används behöver kunna förse svampen med tillräcklig föda för att den ska kunna producera önskvärda enzymer. Substrat som används är till exempel vetehalm, svampkompost och durra. Det förekommer även att frön behandlas med *Trichoderma* innan de blir sådda (betning), där sporerorna gror på fröet för att sedan kolonisera plantans rötter (Gupta, 2014).

Bekämpningsmedel med svampen behöver dessutom ha god hållbarhet för att kunna förvaras under varierande temperaturer. *Trichoderma*-svampar kan tillsättas i form av granulater, pellets, pulverform samt i flytande form. När det gäller tillsättning av svamparna i fält har granulater- och pelletsform visat resultat i form av effektiv kontroll av sjukdomar. Att direkt i fält tillsätta gödsel innehållande *Trichoderma* har också god effekt. Exempel på kommersiella produkter som används mot *Fusarium*-arter i EU är bland annat Biocure F innehållande *T. viride* och TRIANUM-P med *T. harzianum* T-22 (Manoharachary, 2021). *Trichoderma* är effektiv i många olika miljöer, men det är trots detta viktigt att vara medveten om att dess effektivitet kan variera i olika klimat och jordtyper (Jogaiah et al., 2026).

Vad gäller tillgång på *Trichoderma*-produkter finns bland annat det internationella företaget Koppert. Det är ett företag som säljer biologiskt växtskydd och har återförsäljare i stora delar av världen. I Sverige går det att få tag på produkter via leverantören Koppert Nordic AB. När det kommer till *Trichoderma* säljer företaget en biofungicid som innehåller *T. harzianum* T-22. Denna produkt kan

användas i de flesta grödor och är tillgänglig i två former. Den finns i vanlig granulatform som går att blanda med lämpligt substrat, eller så placeras granulaten ut i fåran i samband med sådd. Biofungiciden är även tillgänglig i form av granulat som löser sig i vatten, vilket då går att spraya ut eller tillsätta i bevattningssystemet. Företaget förmedlar att produkterna är som mest effektiva om de tillsätts i förebyggande syfte (Koppert, 2025).

Det är inte uteslutet att det kan uppstå negativa konsekvenser med att tillsätta *Trichoderma*-svampar. Det finns en risk att svampen förändrar mikrolivet i jorden genom att den konkurrerar ut andra godartade bakterier och svampar, vilket leder till att artmångfalden minskar. Trots detta förknippas *Trichoderma* till största del med fördelaktiga effekter (Torres, 2025).

### 4.3 Interaktionen mellan *Fusarium oxysporum* och *Trichoderma*

Under tidigare underrubriker har uppsatsen behandlat hur organismerna fungerar, det vill säga hur de sprider sig, under vilka förhållande de trivs samt deras tillvägagångsätt vid infektion. Det här avsnittet kommer belysa tidigare försök av biologisk bekämpning, och på så sätt interaktionen, mellan just de två beskrivna arterna (Tabell 1). Detta för att ge en inblick i hur bekämpningen kan fungera i praktiken. *Trichoderma* hade en bekämpande effekt i alla studier förutom försöket gjort av Sutio et. al. (2022). De nämnda studierna nedan har gjorts på gul lök eller schalottenlök. De bedöms vara av samma relevans eftersom båda är lökväxter samt blir angripna av samma patogen. Endast några av studierna i tabell 1 kommer att redogöras för i detalj.

**Tabell 1:** Studier som undersökt interaktionen mellan *Fusarium oxysporum formae specialis cepae* och *Trichoderma*.

Referens	Art av <i>Trichoderma</i>	Labbförsök	Krukförsök /växthusförsök	Fältförsök	Plats
Abdelrahman et al., 2016	<i>T. longibrachiatum</i>	X	X		Egypten
Akhtar & Javaid, 2018	<i>T. pseudokoningii</i> <i>T. harzianum</i> <i>T. reesei</i>	X	X		Pakistan
Awal et al., 2025 *	<i>T. yunnanense</i>	X	X		Indonesien

Bunbury-Blanchette & Walker, 2019	<i>T. atroviride</i> <i>T. brevicompactum</i> <i>T. gamsii</i> <i>T. hamatum</i> <i>T. harzianum</i> <i>T. koningiopsis</i> <i>T. viride</i>	X			Kanada
Coşkuntuna & Özer, 2008	<i>T. harzianum</i>	X	X	X	Turkiet
Deepika, 2024	<i>T. harzianum</i> <i>T. viride</i>	X	X		Indien
El-Mougy & Abdel-Kader, 2019	<i>T. harzianum</i> <i>T. viride</i>			X	Egypten
G et al., 2023	<i>T. harzianum</i>	X			Indien
Gofar et al., 2023	<i>T. harzianum</i>			X	Indonesien
Ismail et al., 2020 *	<i>T. asperellum</i>			X	Indonesien
Karim et al., 2022 *	<i>T. asperellum</i>	X			Indonesien
Mahmuda Akter, Md. Mahidul Islam Masum, 2016	<i>T. harzianum</i>	X		X	Bangladesh
Nika et al., 2025 *	<i>Trichoderma</i> spp.			X	Indonesien
Oviya et al., 2022	<i>T. hamatum</i>	X			Indien
Sudantha & Suwardji, 2021 *	<i>T. harzianum</i> <i>T. viride</i> <i>T. hamatum</i> <i>T. longibrachiatum</i> <i>T. koningii</i> <i>T. piluliferum</i>		X	X	Indonesien
Suma, 2020	<i>T. asperellum</i>	X	X	X	Indien
Sutio et al., 2022	<i>T. harzianum</i>			X	Indonesien

\* Schalottenlök (resterande är gul lök)

Som framgår av tabell 1 är majoriteten av studierna rörande interaktionen baserade på försök i Asien och inte i länder med klimat likt Sveriges. Några av studierna kommer nu presenteras mer utförligt. I en kanadensisk studie samlades både *Trichoderma*-svampar och *Foc* in i fält och testades mot varandra i “dual cultures”, det vill säga att båda svamparna växer bredvid varandra i samma petriskål (Bunbury-Blanchette & Walker, 2019). Resultatet visade att tillväxten av *Foc* upphörde i samtliga petriskålar så fort svampen kom i kontakt med *Trichoderma*. Alla testade arter av *Trichoderma* hade en antagonistisk förmåga,

men arter som *T. hamatum* och *T. harzianum* stoppade inte bara tillväxten hos Foc, utan de konkurrerade även ut svampen. Författarna påpekar dock att den använda metoden i försöket inte tar hänsyn till miljöfaktorer som troligtvis påverkar förmågan till bekämpning. Forskarna testade även *Trichoderma*-svamparna på smittade lökplantor i växthus. Även där hade de en antagonistisk effekt mot Foc, i form av att symptomen hos plantorna minskade när arter av *Trichoderma* tillsattes (Bunbury-Blanchette & Walker, 2019).

I likhet med ovanstående försök har Awal et al. (2025) också studerat svamparnas interaktion både *in vitro* och *in vivo*, det vill säga i petriskålar i helt kontrollerad miljö men även på Foc-infekterade lökplantor i växthus. Svampmaterialet samlades in från Indonesien och i detta fall användes endast arten *T. yunnanense* TM10 mot Foc. Även i denna studie hämmade *Trichoderma*-svampen tillväxten av Foc under båda delarna av försöket. I växthusförsöket fick dessutom de behandlade lökplantorna en betydande ökning av tillväxt och biomassa efter bekämpningen, jämfört med de infekterade plantor som inte behandlades med *Trichoderma* (Awal et al., 2025).

När det gäller *Trichoderma*-svampars bekämpande förmåga i labbmiljö och i växthus visar studierna på en enighet. Det råder inget tvivel om svampens antagonistiska förmåga. Även om de ovan nämnda studierna har gjorts under kontrollerade miljöer där till exempel klimatfaktorer inte tas i beaktande, visar de god potential för bekämpning. En studie gjord av Ismail et al. (2020) testade i likhet med studierna ovan, potentialen till biologisk bekämpning med *Trichoderma*. Det som skiljde detta försök åt var att *Trichoderma*, kompost och täckmaterial undersöktes som bekämpningsalternativ i ett fältförsök. I studien används *T. asperellum* samt organiskt material hämtat från fält i Palu Valley, Indonesien. I försöket odlades lök i jord smittad av *F. oxysporum f. sp. cepae*. Forskarna kom fram till att en kombination av täckmaterial, kompost och *T. asperellum* avsevärt minskade förekomsten av Foc. Kombinationen av alla tre visade sig vara mer effektiv än materialen var för sig. Samma studie visade också att behandlingen resulterade i en omfattande ökning gällande produktionen av lök i fältet. Anledningen till det gynnsamma utfallet beror på samverkan mellan de olika komponenterna. *Trichoderma*-svampen har troligtvis en bättre tillväxt i samband med det organiska materialet då komposten agerar som födokälla för svampen och täckmaterialet bevarar fukten och komposten undertill. Forskarna konstaterade att bekämpning av Foc på en storskalig nivå skulle kunna dra fördel av denna metod (Ismail et al., 2020)

## 4.4 Biologisk bekämpning genom andra organismer än *Trichoderma*

### 4.4.1 Bakterier

Även andra nyttoorganismer än *Trichoderma* har visat sig ha effekt när det kommer till biologisk bekämpning av Foc. I en studie gjord i Sydkorea testade Shin et al. (2023) bekämpning av Foc genom användning av bakterier från släktet *Bacillus*. Försöket gjordes i labb och klargjorde att bakterierna avsevärt minskade tillväxten av mycel hos Foc. *Bacillus* spp. visade även på en förmåga att kunna undertrycka groningen av svampens konidiesporer. Forskarna konstaterade att särskilt arter som *B. thuringiensis* och *B. toyonensis* har potential vid bekämpning av Foc (Shin et al., 2023).

Studien ovan visar att även bakterier är en möjlig form av biologisk bekämpning mot *Fusarium*-svampen, men det behöver fungera även i fält. I ett fältförsök under två odlingssäsonger på *Fusarium*-smittad mark i Egypten visade sig *B. subtilis* och *Pseudomonas fluorescens* kunna reducera sjukdomsangrepp hos lökplantorna med över 50 procent (El-Mougy & Abdel-Kader, 2019). Den biologiska bekämpningen kan vara dyr att applicera på stor skala, men dess bekämpande effekt är betydande. Interaktioner mellan plantan, patogenen och den tillsatta bekämpande organismen är något som biologisk bekämpning är starkt beroende av. Genom att vid upprepande tillfällen tillsätta biofungiciden går det att uppnå en låg nivå av sjukdomsangrepp. Förutom bakteriernas suppressivitet mot *Fusarium*-svampen bidrar de dessutom till en jord med mer liv och bättre bördighet (El-Mougy & Abdel-Kader, 2019).

### 4.4.2 Arbuskulär mykorrhiza

Ett annat undersökt alternativ till biologisk bekämpning av Foc är genom användning av arbuskulär mykorrhiza, vilket är en symbios mellan växt och svamp. Denna typ av mykorrhiza är en av de mest vanliga formerna och symbiosen gör ett utbyte av näringsämnen och kolhydrater möjligt. Svampar som bildar arbuskulär mykorrhiza har visat potential vid bekämpning av växtpatogena sjukdomar. Svamparna kan hämma angrepp av växtpatogener genom att de bidrar till en ökad rottillväxt hos plantan samt ett ökat upptag av viktiga näringsämnen (Varma et al., 2019).

Till exempel har den mykorrhizabildande svampen *Funneliformis mosseae* visat sig ha en hämmande effekt gentemot Foc (Yağmur et al., 2024). Försöket gjordes i växtkammare och material av infekterade lökplantor samt *F. mossae* samlades in i Turkiet. Resultatet kan förklaras genom egenskaper som just mykorrhizasvampar har, som till exempel ett ökat näringsupptag hos växten. Svampen bidrar även positivt till mikromiljön i rotzonen samt konkurrerar om plats och näring med den patogena svampen (Yağmur et al., 2024).

## 5. Diskussion och slutsatser

Lök är en viktig gröda för den svenska produktionen och försörjningsförmågan för svensk lök är hög. Därför är det viktigt att det finns hållbara metoder för att kunna bekämpa de skadegörare som orsakar stora skördeförluster. Detta för att främja den inhemska matproduktionen för ett mer hållbart jordbruk. Syftet med denna uppsats var därför att undersöka hur *Trichoderma*-svampar fungerar som biologisk bekämpning av Foc i lökodling.

Trots ett varmare klimat verkar vissa länder söderut i Europa inte ha lika stora problem med svampen. De har löksorter av en annan genetik jämfört med länder i norra Europa, vilket gör att plantorna är mer motståndskraftiga mot patogenen. Nya sorter med högre tolerans är på ingång till Sverige, men för tillfället finns dessvärre inget sådant som total resistens (O. Hansson, personlig kommunikation, HIR Skåne, 2026). Med tanke på att svampen generellt sett gynnas av ett varmare klimat så kommer svampen troligtvis bli vanligare i Sverige till följd av klimatförändringarna. Det varmare klimatet är troligen en av flera anledningar till att problemen har ökat de senaste 20 åren. Om Sverige får tillgång till sorter med högre tolerans kan problemet möjligtvis minska. Det är dock troligtvis inte något man ska förlita sig på för mycket då det behövs hållbara bekämpningsmetoder redan nu.

Den första frågeställningen handlade om hur *Trichoderma* fungerar som bekämpning av Foc. Det finns ett mönster i form av att samtliga tidigare försök som tas upp i denna studie i stort sett leder till samma resultat, att *Trichoderma* har en positiv effekt när det kommer till att minska angrepp av Foc. Detta tyder på att nyttosvampen har potential för att vara ett alternativ som biologisk bekämpning av skadegöraren. Anledningen till utfallet går att härleda till *Trichoderma*-svamparnas väl beskrivna antagonistiska förmåga. Att *Trichoderma*-svampar har en kontrollerande effekt mot växtpatogener har varit känt sedan 1920-talet (Varma et al., 2019). Resultatet att *Trichoderma* fungerar mot just Foc i lökodling var därför inte särskilt oväntat.

Mykoparasitism verkar vara en effektiv mekanism som *Trichoderma*-svampar använder sig av. Eftersom svampen bryter ner och lever på patogensvampen har *Fusarium*-svampen troligtvis ingen större chans att överleva om nyttosvampen lyckas lokalisera den. Nyttosvampen har dessutom en förmåga att öka motståndskraften hos plantor och vid bekämpning verkar även plantans tillväxt och biomassa öka. En bättre tillväxt innebär en starkare planta och på så sätt ökar även dess förmåga att stå emot angrepp. Av dessa anledningar kan det vara värt att tillsätta svampen i förebyggande syfte. Detta för att undvika eventuella

angrepp som kan orsaka stora skördeföruster, och därmed ekonomiska förluster för odlaren.

Vid vilka förhållanden den biologiska bekämpningen fungerar bäst var uppsatsens andra frågeställning. I samband med materialinsamlingen blev det tydligt att många försök har utförts under kontrollerade former, antingen i labb eller i växthus där det finns möjlighet till noggrann klimatstyrning. Vissa försök har utförts i fält men då under klimatförhållanden som skiljer sig avsevärt från det klimat som finns i Sverige. Det finns en medvetenhet om att materialinsamlingen kan ha påverkat resultatet. Det är möjligt att ytterligare försök med andra metoder hade påträffats om mer tid hade funnits.

Det finns vissa pH- och temperaturintervall då svampen fungerar som bäst, men fler fältstudier skulle behövas för att utvärdera effekten av till exempel olika jordtyp, klimat och fuktighet. Dessutom behövs mer undersökningar om applicering i fält. Vilka exakta doser av *Trichoderma* som bör tillsättas för bästa möjliga resultat har varit svårt att hitta. I det nämnda fältförsöket från Indonesien användes metoder som forskarna menar kan vara lämpliga för storskalig applicering. Genom att kombinera täckodling, kompost och *Trichoderma* skapas det en gynnsam miljö för att svampen ska kunna etablera sig (Ismail et al., 2020). Att tillämpa denna metod i svenska lökodlingar skulle möjligtvis kunna vara ett bra alternativ.

Under arbetets gång blev det nästan direkt uppenbart att det finns en avsaknad av studier från Sverige. Med tanke på att *Trichoderma*-svampars fördelaktiga egenskaper är ett faktum är det sannolikt att bekämpningen mot *Foc* i lökodling har ett positivt utfall även i Sverige. Hur stor effekt det har är däremot oklart. Det kan fungera mer eller mindre bra beroende på olika miljöfaktorer som till exempel klimat, jordtyp och fuktighet.

Det är dock värt att reflektera över vilka eventuella risker som kan finnas innan tillsättning av *Trichoderma*. Detta gäller egentligen oavsett vilken nyttoorganism som används. Risker att ekosystem påverkas negativt finns, och av denna anledning kan det vara fördelaktigt att använda arter som naturligt går att hitta i det lokala området.

Den sista frågeställningen handlade om andra organismers eventuella bekämpande förmåga av *Foc*. Som framgår i resultatet finns det andra organismer än just *Trichoderma* som påvisats ha bekämpande effekt mot den patogena svampen. Det har dock tagits upp kortfattat då det inte är uppsatsens huvudfokus. Det finns dessutom troligtvis andra nyttoorganismer än de som nämns i denna

studie som kan ha en bekämpande effekt mot *Fusarium*-svampen. Det verkar däremot som att många försök vars syfte är att testa biologisk bekämpning mot Foc tar upp eller testar arter av just *Trichoderma*. Det skulle kunna vara så att det är *Trichoderma*-svampar som fungerar bäst för att bekämpa patogenen biologiskt, eller så finns det kanske inte lika mycket forskning om andra alternativ.

Sammanfattningsvis är biologisk bekämpning med *Trichoderma* utan tvekan ett bra alternativ i kampen mot den växtpatogena svampen i lökodling. Det finns ett behov av studier under svenska klimatförhållanden, helst fältförsök, för att få mer inblick i hur pass bra det kan fungera storskaligt i Sverige. Förhoppningsvis kommer Hushållningssällskapetets kommande fältförsök bidra till en ökad förståelse och kunskap om ämnet.

# Referenser

- Abdelrahman, M., Abdel-Motaal, F., El-Sayed, M., Jogaiah, S., Shigyo, M., Ito, S. & Tran, L.-S.P. (2016). Dissection of *Trichoderma longibrachiatum*-induced defense in onion (*Allium cepa* L.) against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepa* by target metabolite profiling. *Plant Science*, 246, 128–138. <https://doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.02.008>
- Agrios, G.N. & Oliver, R.P. (2024). *Agrios' plant pathology*. 6th ed. Academic Press.
- Akhtar, R. & Javaid, A. (2018). Biological Management of Basal Rot of Onion by *Trichoderma harzianum* and *Withania somnifera*. *Planta Daninha*, 36 (0). <https://doi.org/10.1590/s0100-83582018360100009>
- Awal, M.A., Prismantoro, D., Dwisandi, R.F., Chua, K.-O., Mispan, M.S., Suhaimi, N.S.M., Safitri, R. & Doni, F. (2025). Deciphering the biocontrol strategies of *Trichoderma yunnanense* TM10 against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae*, the causal agent of wilt disease in shallots (*Allium cepa* var. *aggregatum*). *Current Research in Microbial Sciences*, 9, 100484. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2025.100484>
- Boddy, L. (2016). Pathogens of Autotrophs. I: The Fungi. Elsevier. 245–292. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-382034-1.00008-6>
- Bunbury-Blanchette, A.L. & Walker, A.K. (2019). *Trichoderma* species show biocontrol potential in dual culture and greenhouse bioassays against *Fusarium* basal rot of onion. *Biological Control*, 130, 127–135. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2018.11.007>
- Coşkuntuna, A. & Özer, N. (2008). Biological control of onion basal rot disease using *Trichoderma harzianum* and induction of antifungal compounds in onion set following seed treatment. *Crop Protection*, 27 (3–5), 330–336. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.06.002>
- Cramer, C.S. (2000). Breeding and genetics of *Fusarium* basal rot resistance in onion. *Euphytica*, 115:159-166. [https://www.researchgate.net/publication/263187618\\_Breeding\\_and\\_genetics\\_of\\_Fusarium\\_basal\\_rot\\_resistance\\_in\\_onion](https://www.researchgate.net/publication/263187618_Breeding_and_genetics_of_Fusarium_basal_rot_resistance_in_onion)
- Deepika, M. (2024). EVALUATION OF FUNGAL BIOCONSORTIUM FOR THE MANAGEMENT OF BASAL ROT OF ONION (*Allium cepa*). Masteruppsats. Mahatma Phule Krishi Vidyapeeth Rahuri. Tillgänglig:

<https://krishikosh.egranth.ac.in/server/api/core/bitstreams/06a5c0f4-3982-405d-8b6a-f7d459b70fd3/content>

- Druzhinina, I.S., Seidl-Seiboth, V., Herrera-Estrella, A., Horwitz, B.A., Kenerley, C.M., Monte, E., Mukherjee, P.K., Zeilinger, S., Grigoriev, I.V. & Kubicek, C.P. (2011). Trichoderma: the genomics of opportunistic success. *Nature Reviews Microbiology*, 9 (10), 749–759. <https://doi.org/10.1038/nrmicro2637>
- El-Mougy, N.S. & Abdel-Kader, M.M. (2019). Biocontrol measures against onion basal rot incidence under natural field conditions. *Journal of Plant Pathology*, 101 (3), 579–586. <https://doi.org/10.1007/s42161-018-00237-8>
- Fogelfors, H. (2023). Vår mat: odling av åker- och trädgårdsgrödor i ett klimat under förändring: biologi, klimat, förutsättningar och historia. Andra upplagan. Studentlitteratur.
- G, M., R, U., M, A., A, M. & R, R. (2023). Assessing the in vitro efficacy of biocontrol agents and oil cakes against basal rot of onion incited by *Fusarium oxysporum* f.sp. *cepae*. *Journal of Applied and Natural Science*, 15 (1), 203–210. <https://doi.org/10.31018/jans.v15i1.4170>
- Gofar, N., Nur, T.P., Permatasari, S.D.I., Muslimah, S., Fikri, H., Haryono, A., Pujiati, P. & Utami, H.A. (2023). Application of organic fertilizer enriched with *Trichoderma harzianum* on shallot (*Allium cepa*) cultivation in ultisols. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24 (4). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240458>
- Gupta, V.K. (2014). *Biotechnology and biology of Trichoderma*. Elsevier.
- Ismail, N., Rosmana, A., Sjam, S. & Ratnawati, R. (2020). Shallot Basal Bulb Rot Management through Integration of *Trichoderma asperellum*, Composted Plant Residues and Natural Mulch. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 14 (3), 1779–1788. <https://doi.org/10.22207/JPAM.14.3.16>
- Jogaiah, S., Nandini, B. & Britto, S.D. (2026). Significance of *Trichoderma* in soil and plant health management. I: *Trichoderma* Biological Control Agent. Elsevier. 227–275. <https://doi.org/10.1016/B978-0-443-33831-1.00008-1>
- Jordbruksverket (2024). Hur stor andel av svensk matkonsumtion skulle kunna täckas av livsmedel producerade i Sverige? Tillgänglig: <https://jordbruksverket.se/download/18.224634c81900509cce84f98/1718192143943/Pa-tal-om-jordbruk-och-fiske-juni-2024-tga.pdf> [Hämtad: 2026-01-26]

- Jordbruksverket (2024). Jordbruksverkets statistikdatabas. Tillgänglig:  
<https://statistik.sjv.se/PXWeb/pxweb/sv/Jordbruksverkets%20statistikdatabas/?rxid=5adf4929-f548-4f27-9bc9-78e127837625> [Hämtad: 2026-01-26]
- Jordbruksverket (2014). Odlingsvägledning, integrerat växtskydd – kepalök. Tillgänglig:  
<https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr283.html> [Hämtad: 2026-02-02]
- Karim, H., Azis, A.A. & Jumadi, O. (2022). Antagonistic activity and characterization of indigenous soil isolates of bacteria and fungi against onion wilt incited by *Fusarium* sp. *Archives of Microbiology*, 204 (1), 68. <https://doi.org/10.1007/s00203-021-02663-2>
- Koppert (2025). *Trichoderma harzianum*. Tillgänglig: <https://www.koppert.com/crop-protection/plant-disease-management/trichoderma-harzianum/> [Hämtad: 2026-02-10]
- Kumar, V. (2013). Optimal Physical Parameters for Growth of *Trichoderma* Species at Varying pH, Temperature and Agitation. *Virology & Mycology*, 03 (01).  
<https://doi.org/10.4172/2161-0517.1000127>
- Leslie, J.F. & Summerell, B.A. (2006). *The fusarium laboratory manual*. 1st ed. Blackwell Pub.  
<https://doi.org/10.1002/9780470278376>
- Mahmuda Akter, Md. Mahidul Islam Masum (2016). Bio-efficacy of *Trichoderma*-fortified compost in controlling onion diseases and improving yield of onion (*Allium cepa* L.). *International Journal of Biosciences (IJB)*, 225. <https://doi.org/10.12692/ijb/9.1.225-236>
- Manoharachary, C. (2021). *Trichoderma*. Springer International Publishing AG. (Soil Biology Ser; v. 61)
- Motarjemi, Y. (2014). *Encyclopedia of food safety*. Elsevier.
- Mukherjee, P.K., Horwitz, B.A., Singh, U.S., Mukherjee, M. & Schmoll, M. (2013). *Trichoderma: biology and applications*. CABI.
- Nika, D.V., Singkam, A.R. & Andayani, S. (2025). Dry Preparation of *Trichoderma* Species Promotes Significant Decrease of *Fusarium oxysporum* in Shallot Cultivation (*Allium ascalonicum*). *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi dan Kependidikan*, 13 (2), 128–140. <https://doi.org/10.22373/biotik.v13i2.29398>

- Okungbowa, F. I., Shittu, H. O. (2012). Fusarium wilts: an overview. *Environmental Research Journal*, Volume 6, Number 2  
[https://www.researchgate.net/publication/292243135\\_Fusarium\\_Wilts\\_An\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/292243135_Fusarium_Wilts_An_Overview)
- Oviya, R., Thiruvudainambi, S., Ramamoorthy, V., Thamizh Vendan, R. & Vellaikumar, S. (2022). Gas Chromatography Mass Spectrometry (GCMS) analysis of the antagonistic potential of *Trichoderma hamatum* against *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* causing basal rot disease of onion. *Journal of Biological Control*, 17–30.  
<https://doi.org/10.18311/jbc/2022/30754>
- Pettersson, M.-L. (2011). Trädgårdens växtskydd: askskottsjuka, bladlöss, fruktträdskräfta, kålfjäril, potatisbladmögel, sködlöss. Omarb. utg. Natur & kultur.
- Sandle, T. (2014). *Trichoderma*. I: *Encyclopedia of Food Microbiology*. Elsevier. 644–646.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384730-0.00337-2>
- Saryan, P., Gupta, S. & Gowda, V. (2020). Species complex delimitations in the genus *Hedychium*: A machine learning approach for cluster discovery. *Applications in Plant Sciences*, 8 (7), e11377. <https://doi.org/10.1002/aps3.11377>
- Schwartz, H.F. & Mohan, S.K. (2016). *Compendium of onion and garlic diseases and pests*. 2nd ed. American Phytopathological Society.
- Sharma, I.P. & Sharma, A.K. (2020). *Trichoderma–Fusarium Interactions: A Biocontrol Strategy to Manage Wilt*. I: Sharma, A.K. & Sharma, P. (red.) *Trichoderma*. Springer Singapore. 167–185. [https://doi.org/10.1007/978-981-15-3321-1\\_9](https://doi.org/10.1007/978-981-15-3321-1_9)
- Shin, J.-H., Lee, H.-K., Lee, S.-C. & Han, Y.-K. (2023). Biological Control of *Fusarium oxysporum*, the Causal Agent of *Fusarium* Basal Rot in Onion by *Bacillus* spp. *The Plant Pathology Journal*, 39 (6), 600–613. <https://doi.org/10.5423/PPJ.OA.08.2023.0118>
- Stenberg, J.A., Sundh, I., Becher, P.G., Björkman, C., Dubey, M., Egan, P.A., Friberg, H., Gil, J.F., Jensen, D.F., Jonsson, M., Karlsson, M., Khalil, S., Ninkovic, V., Rehermann, G., Vetukuri, R.R. & Viketoft, M. (2021). When is it biological control? A framework of definitions, mechanisms, and classifications. *Journal of Pest Science*, 94 (3), 665–676.  
<https://doi.org/10.1007/s10340-021-01354-7>
- Sudantha, I.M. & Suwardji, S. (2021). Biodiversity of *Trichoderma* antagonist saprophytic fungi and its use for biocontrol of *Fusarium* wilt disease on shallots at Lombok Island, West Nusa Tenggara, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 886 (1), 012123. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/886/1/012123>

- Suma, M. (2020). POTENTIAL OF NATIVE STRAINS OF BIOAGENTS FOR THE MANAGEMENT OF DAMPING OFF IN ONION AND TOMATO. Doktorsavhandling. Punjab Agricultural University. Tillgänglig: <https://krishikosh.egranth.ac.in/server/api/core/bitstreams/e7c0b636-a10b-4ea9-8220-8627a3956e14/content>
- Sutio, G., Maharani, R. & Azzahra, N.A. (2022). Acremonium varicolor strain 130360 VS Trichoderma harzianum STRAIN MGQ2 IN BIOCONTROL: AN OVERVIEW OF FUNGAL ANTAGONIST APPLIED AGAINST FUNGAL PATHOGEN Fusarium oxysporum, A CAUSE OF MOLER'S DISEASE IN SHALLOT. BIOVALENTIA: Biological Research Journal, 8 (2), 164–167. <https://doi.org/10.24233/biov.8.2.2022.319>
- Torres, A.M. (2025). The dual impact of Trichoderma on soil microbial communities: beneficial or disruptive? Revista Argentina de Microbiología, 57 (2), 87–88. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2025.04.003>
- Varma, A., Tripathi, S. & Prasad, R. (2019). Plant microbe interface. Springer.
- Yağmur, A., Demir, S., Canpolat, S., Rezaee Danesh, Y., Farda, B., Djebaili, R., Pace, L. & Pellegrini, M. (2024). Onion Fusarium Basal Rot Disease Control by Arbuscular Mycorrhizal Fungi and Trichoderma harzianum. Plants, 13 (3), 386. <https://doi.org/10.3390/plants13030386>