



Potentiella tillämpningar för SMC (spent mushroom compost) inom växtodling

*Potential applications for SMC (spent mushroom compost) in plant
cultivation*

Matilda Ericson

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp

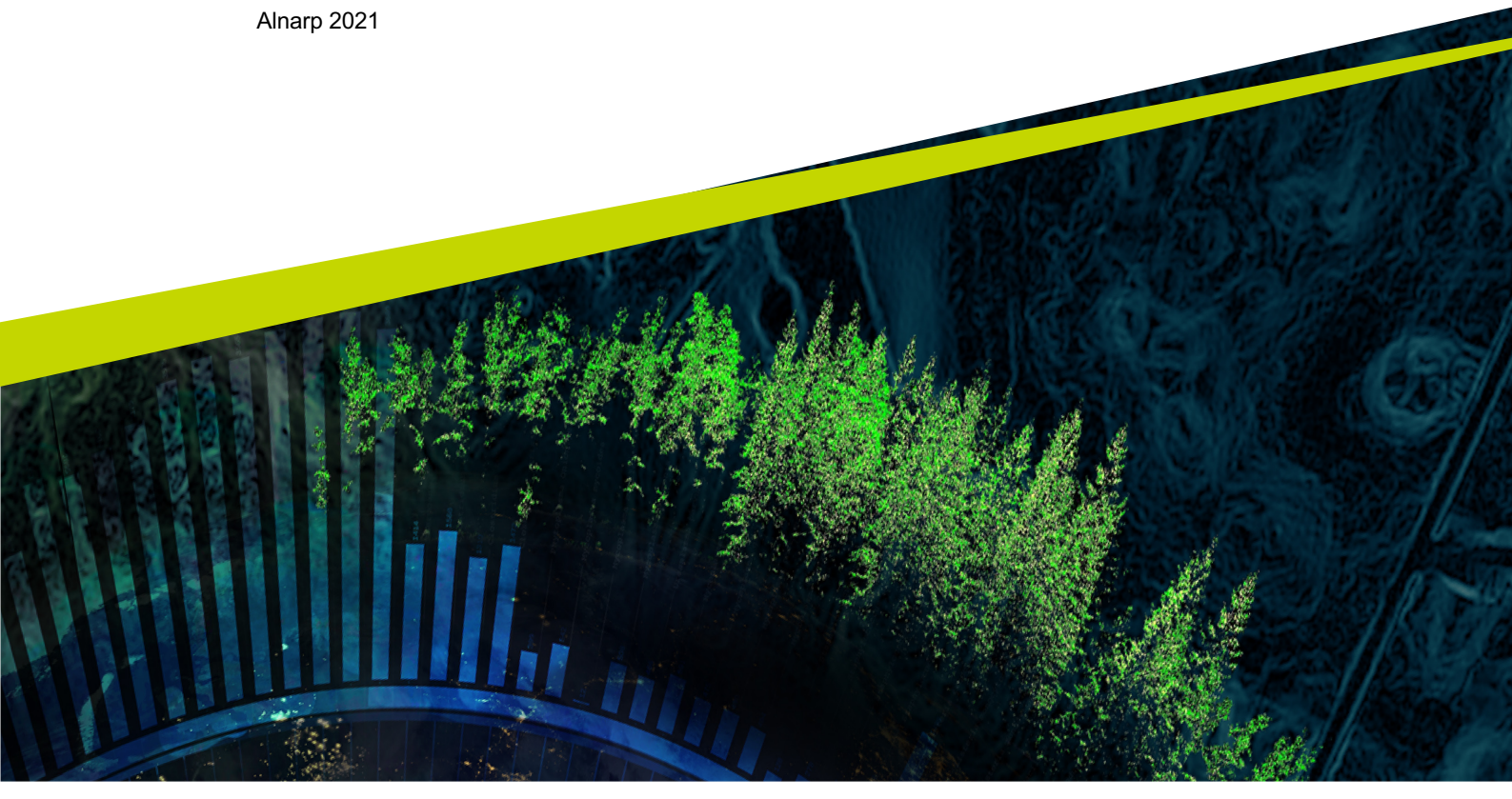
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för Biosystem och Teknologi

Trädgårdsingenjör: odling - kandidatprogram

Alnarp 2021



Potentiella tillämpningar för SMC (spent mushroom compost) inom växtodling

Potential applications for SMC (spent mushroom compost) in plant cultivation

Matilda Ericson

Handledare: Sammar Khalil, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Biosystem och Teknologi
Bitr. handledare: Madeleine Ugglå, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Växtförädling
Examinator: Anna Karin Rosberg, Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Biosystem och Teknologi

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E
Kurstitel: Självständigt arbete i Trädgårdsvetenskap
Kurskod: EX0844
Program/utbildning: Trädgårdsingenjör: odling - kandidatprogram
Kursansvarig inst.: Institutionen för Biosystem och Teknologi

Utgivningsort: Alnarp
Utgivningsår: 2021

Nyckelord: *Agaricus bisporus*, champinjon, organisk gödsel, jordförbättring, suppressiva substrat, växtskydd, cirkulär ekonomi

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

Det finns flera utmaningar inom hortikultur idag, bland annat att hitta alternativa lösningar till kemiska växtskyddsmedel, torv och konstgödsel. Cirkulär ekonomi och återvinning av näringsströmmar kan vara en möjlig väg för att bemöta dessa utmaningar. Champinjon (*Agaricus bisporus*) är den mest odlade svampen i Sverige. Den odlas på en speciell kompost och det material som blir över efter odlingen avslutats kallas ”spent mushroom compost” (SMC). Detta material har användning inom många områden och har potential att användas och återcirkuleras inom hortikultur för att bemöta dess utmaningar. Syftet med detta arbete var att utreda vilka tillämpningar SMC kan ha inom växtodling, om det finns några problem med att använda det, vilka växtarter som det testats på och vilka mekanismer som ligger bakom framgångarna. Detta gjordes genom en litteraturstudie. Resultatet visade att SMC kunde användas i form av växtnäring då det har betydande innehåll av näringsämnen och jordförbättring eftersom det ökar markbördigheten. Det kunde användas inom växtskydd mot flera olika skadegörare på grund av hög mikrobiell aktivitet och förmåga att förse antagonister med näring och kan även ha effekt mot nematoder. Komposten kunde användas som ett alternativ till torv i containerodling, ensamt eller i blandning med andra substrat. Det största problemet med att använda materialet är att det kan ha hög salthalt och därmed högt ledningstal. Sammanlagt 20 växtarter testades i de studier som hittades, flest var prydnadsbuskar och grönsaker. Slutsatsen av litteraturstudien blev att SMC har potential att vara en del av lösningen till de problem och utmaningar som finns inom hortikultur.

Nyckelord: *Agaricus bisporus*, champinjon, organisk gödsel, jordförbättring, suppressiva substrat, växtskydd, cirkulär ekonomi

Abstract

There are several challenges in horticulture today, for instance finding alternative solutions to chemical pesticides, peat and chemical fertilizers. Circular economy and recycling of nutrient streams could be a way to face these challenges. In Sweden the most cultivated mushroom is white button (*Agaricus bisporus*). It is grown on a special type of compost and the material that is left over after cultivation is done is referred to as ”spent mushroom compost” (SMC). This material has many applications and has the potential to be used and recycled in horticulture to face its’ challenges. The objective of this study was to investigate what applications SMC might have in plant cultivation, if there are any problems associated with these uses, what plant species these applications have been tested on and what mechanisms account for the successes. This was accomplished by way of a literature study. The results showed that SMC could be used as plant nutrition as it contains significant amounts of nutrients and as a soil amendment as it increases soil fertility. It could be used as plant protection against several pests due to high microbial activity and the ability to supply antagonists with nutrients, it may also be effective against nematodes. The compost could be used as a peat substitute in container cultures, either by itself or mixed with other substrates. The biggest problem associated with using this material is that it may have a high salinity and thus a high electrical conductivity value. In total, 20 plant species were tested in the studies found, mostly ornamental shrubs and vegetables. The conclusion of this literature study is that SMC has the potential to be a part of the solution to the problems and challenges facing horticulture.

Keywords: *Agaricus bisporus*, white button mushroom, organic fertilizer, soil amendment, suppressive substrates, plant protection, circular economy

Innehållsförteckning

Förkortningar	9
1. Inledning	11
1.1. Bakgrund	11
1.1.1. Behov och utmaningar inom hortikultur	11
1.1.2. Svampodling	13
1.1.3. Vad är SMC/SMS?.....	14
1.2. Syfte	16
1.3. Frågeställningar	16
2. Material och metod	17
2.1. Litteraturstudie	17
2.1.1. Avgränsningar	17
3. Resultat	18
3.1. Potentiella tillämpningar för SMC inom växtodling	18
3.1.1. Växtskydd	18
3.1.2. Alternativ till torv.....	19
3.1.3. Växtnäring.....	21
3.1.4. Jordförbättring.....	22
3.1.5. Problem associerade med användning av SMC.....	22
3.2. Växter	23
3.3. Förklaringar av effekter.....	23
3.3.1. Växtnäring.....	23
3.3.2. Jordförbättring.....	24
3.3.3. Växtskydd	25
3.3.4. Alternativ till torv.....	26
4. Diskussion	28
4.1. Metoddiskussion.....	28
4.2. Resultatdiskussion.....	28
5. Slutsatser	32
Referenser	34
Bilaga 1	39

Förkortningar

SMC	Spent Mushroom Compost
SMS	Spent Mushroom Substrate

1. Inledning

1.1. Bakgrund

1.1.1. Behov och utmaningar inom hortikultur

Det finns en del behov och utmaningar inom hortikultur idag. Bland annat behövs alternativ till kemiska växtskyddsmedel, torv och konstgödsel. Dessa områden har alla problem relaterade till hållbarhet och hållbart utnyttjande av resurser.

Växtskyddsmedel

Fler och fler kemiska växtskyddspreparat förbjuds. Den svenska regeringen har som mål att minska de risker kopplade till användningen av växtskyddspreparat som finns, både för människors hälsa och för miljön (Miljödepartementet, Näringsdepartementet 2019). Därför ökas restriktioner när det gäller användning av dessa preparat och ämnen som visat sig utgöra en risk förbjuds. Som ett exempel så förbjöd EU-kommissionen 2018 användning av flera neonicotinoider i växtskyddsmedel för utomhusbruk då de anses utgöra en risk för pollinerande insekter (Kemikalieinspektionen 2020). I december 2020 återkallade kemikalieinspektionen det sista preparatet som varit godkänt i Sverige som innehåller något av dessa ämnen. Det finns alltså ett ökande behov av alternativa strategier för växtskydd, till exempel biologiska bekämpningsmetoder.

Torv

Då torv har bra egenskaper vad det gäller odling av växter så har det länge använts som substrat. Men eftersom torvmyrar är viktiga naturtyper, bland annat som habitat åt många vilda växter och djur och för sin vattenrenande funktion, så har det sedan 1980-talet funnits en trend att försöka hitta alternativ till torv. Dessutom har det ökade intresset i hållbarhet lett till ett ökat intresse i att återvinna organiska material genom kompostering, den resulterande komposten kan sedan användas som ingrediens i substrat. Kompost har många fördelar gentemot torv, bland annat så innehåller de mer växtnäring och de kan vara motståndskraftiga mot jordburna växtpatogener (Raviv 2011).

Konstgödsel

De tre näringsämnen som finns i störst mängder i konstgödsel är kväve (N), fosfor (P) och kalium (K), därav namnet NPK-gödsel.

Mycket kväve till gödsel har framställts genom Haber-Bosch-metoden sedan början av 1900-talet. Denna metod används för att framställa ammoniak från kvävgas och vätgas med hjälp av en katalysator. Vätgasen framställs från naturgas och hela processen att framställa ammoniak är väldigt energikrävande. Haber-Bosch-metoden är alltså problematisk ur ett miljöperspektiv (Cherkasov et al. 2015).

Fosfor i konstgödsel kommer från fosfatmineral som bryts i gruvor, det är alltså en icke-förnybar resurs. Marocko är den enda av de stora producenterna som förser stora delar av världen med fosfatmineral (Keyzer 2010). Marockos fosfatfyndigheter kontrolleras av ett enda, statsägt företag, och inkluderar fyndigheter i Västsahara som är omstridda (Jernelöv 2013). Ett problem med fosfor från mineralt ursprung är att mineralerna ofta innehåller andra ämnen också som kan förorena jorden, till exempel tungmetaller och radioaktiva ämnen så som uran (Keyzer 2010).

En av de vanligaste källorna till kalium i konstgödsel är i form av kaliumklorid, ett väldigt vanligt ämne som finns över hela världen. Det utvinns ofta ur mineral som återfinns i uttorkade havsbottnar (Finch et al. 2014). Kaliummineral innehåller liknande biprodukter som fosfatmineral, men i lägre koncentrationer (Keyzer 2010).

Hållbart resursutnyttjande

För att utnyttja resurser hållbart inom hortikultur krävs återförsel av organiskt avfall. När odlingar skördas och det som producerats tas bort från platsen så följer den näring som växterna tagit upp från jorden med. Urbanisering leder till att mer av det som produceras i odlingar transporteras långt bort, många produkter färdas till och med till länder på andra sidan jorden från sitt ursprung. Ökande populationer leder till att mer och mer biomassa, och de näringsämnen den innehåller, avlägsnas från fält och denna biomassa återförs oftast inte. För att det ska gå att fortsätta odla på en plats så måste denna bortförsel kompenseras med någon sorts gödsel, i många fall är det i form av konstgödsel. För att uppnå en hållbar cykel av näringsämnen så bör organiskt avfall återföras till jorden där odling sker. Organiskt avfall kan vara till exempel från rening av avloppsvatten eller rester från slakterier. Keyzer (2010)

Sveriges regering har beslutat att ställa om till en cirkulär ekonomi (Miljödepartementet, Näringsdepartementet 2020). Cirkulär ekonomi ämnar minska resursanvändning och den miljöpåverkan som associeras med denna. Detta innebär bland annat att främja hållbar produktion, hitta hållbara sätt att konsumera

och använda material och att främja giftfria cirkulära kretslopp. Inom hortikultur så innebär detta bland annat att organiska källor till växtnäring bör utnyttjas mer. Ett exempel på organiskt avfall som kan omvandlas till näring som växter kan ha nytta av är matavfall. I Sverige gav hushållen upphov till 917 000 ton matavfall under 2018 (Naturvårdsverket 2020).

1.1.2. Svampodling

Enligt Grimm & Wösten (2018) är de tre mest odlade grupperna av svampar i världen shiitake med flera (*Lentinula* spp.), ostronskivlingar med flera (*Pleurotus* spp.) och träöron (*Auricularia* spp.). Champinjoner (*Agaricus bisporus*), den mest populära och odlade svampen i västvärlden kommer på fjärde plats.

Enligt Svenska Svampodlarföreningen (u.å.) har champinjoner (*A. bisporus*) odlats i Sverige sedan 1930-talet. Odlingen var som störst på 1970-talet, med en årlig skörd på cirka 3000 ton. På 1980-talet började ostronskivling (*Pleurotus ostreatus*) att odlas i Sverige och på 1990-talet började även shiitake (*Lentinula edodes*) att odlas här. Numera finns cirka 20 odlare av champinjoner i Sverige, ett fåtal odlar andra svampar. Cirka 2000 ton (Tullander, A. pers. kom¹) färska champinjoner odlade i Sverige säljs varje år. Cirka 8000 ton importerar, främst från Polen och Baltikum (Svenska Svampodlarföreningen u.å.). Att jämföra med de cirka 100 ton ostronskivling per år som odlas i Sverige och ytterligare 100 ton som importerar.

Råmaterial till champinjonsubstrat utgörs av vetealm, hästgödsel, hönskötsgödsel och kalk eller gips (Svenska Svampodlarföreningen u.å.). Det kan också innehålla mindre mängder jordbruksavfall så som korn från bryggeri (Iiyama et al. 1994). Tillverkningsprocessen av substratet sker i fyra faser, enligt Svenska Svampodlarföreningen (u.å.) som följer:

- Fas I: materialet blandas och vattnas och läggs i tunnlarna så att komposteringen sätts igång. Tunnlarna har cirkulerande luft som blåses in i botten så att temperaturen hålls jämn och komposteringen kan kontrolleras. Det får ligga i två dagar och tas sedan ut för att blandas och vattnas igen innan det läggs tillbaka. När komposten haft en temperatur på cirka 80°C i ungefär tio dagar tas den ut för att kylas ner.
- Fas II: komposten flyttas till pastöriseringstunnlar, även dessa med cirkulerande luft som blåses in i botten. Temperaturen hålls vid 57–60°C i tolv timmar för att döda diverse sjukdomar och anpassa komposten till champinjoner. Temperaturen sänks sedan till 40°C och ammoniak ventileras ut. Fas II tar cirka sju dagar.

¹ Anders Tullander, Svenska Svampodlarföreningen, mejl, 2021-03-10

- Fas III: cirka 0,5 viktprocent mycel blandas in i komposten. Myceliet tillåts växa in i komposten vid 25–26°C, det tar två veckor innan det är klart.
- Fas IV: komposten täcks med ett lager på fem cm bestående av vattnad kalkblandad täcktorv. Myceliet tillåts växa igenom det täckande lagret vid cirka 23°C, under en eller två dagar får temperaturen öka (här är det viktigt med hög luftfuktighet och koldioxidhalt, samt ytterst lite frisk luft), för att sedan snabbt kylas ner till 18–20°C, det är nu som svampanlagen bildas. Fas IV tar cirka två veckor.

Denna beskrivning stämmer överlag med beskrivningar från andra källor (Grimm & Wösten 2018), men detaljerna kan variera när det gäller till exempel vad som tillhör vilken fas, exakta temperaturer eller tid som går åt i de olika stegen. Kompost fas IV köps in från speciella komposttillverkare (Uggla, M. pers. kom²) i Europa.

Svamparna växer snabbt då de kan dubbla sin vikt varje dygn. När de är redo att plockas sker skörd under två till fyra dagar. Inför varje skördeomgång vattnas komposten. Vid skörd skärs den smutsiga delen av foten bort med kniv (Uggla, M. pers. kom³) och svampen läggs i sitt emballage för försäljning. Tre skördar med cirka en veckas mellanrum är normalt. Tid från blandning av råmaterial till sista skörden är tio till tolv veckor.

Produktion av svamp överlag i världen förväntas öka (Grimm & Wösten 2018). Holland och Polen är stora producenter av champinjoner i Europa (Svenska Svampodlarföreningen u.å.).

1.1.3. Vad är SMC/SMS?

Det av substratet som är kvar efter att odlingen av svamp avslutats, inklusive myceliet, kallas spent mushroom compost (SMC) eller spent mushroom substrate (SMS).

Ett kilogram färsk svamp resulterar i cirka fem kilogram SMC (Williams et al. 2001; Finney et al. 2009). I Sverige innebär det uppemot cirka 10 000 ton SMC från produktion av champinjoner årligen.

Champinjoner är kompostsvampar, sekundära nedbrytare, och odlas som tidigare beskrivits på delvis komposterat material. Ostronskivling är vednedbrytare och odlas i Sverige på vetehalm (Svenska Svampodlarföreningen u.å.). Olika svamp innebär alltså olika substrat och detta ger det resulterande SMC/SMS olika egenskaper.

² Madeleine Uggla, SLU, mejl, 2021-03-08

³ Madeleine Uggla, SLU, mejl, 2021-03-08

Egenskaper varierar med råmaterial och vilken svamp som odlats. Mikroorganismssamhällen i SMC varierar beroende på vilken svamp som odlats och varifrån råmaterialen som användes i tillverkningen av komposten kommer (de Moraes et al. 2020). De fann både nyttiga och växtpatogena organismer i de substrat de använde i sitt experiment. Resultat från analyser av Ntougias et al. (2004) visade att de flesta bakterier isolerade från SMC hade sitt ursprung från miljön, här menat att de normalt lever i jord, fyllosfär eller vattensystem. Catal & Peksen (2020) fann att även växtnäringssinnehåll och vissa fysikaliska och kemiska egenskaper varierar beroende på vilken svamp som odlats och vilka råmaterial som använts vid tillverkningen av substratet. De kom fram till att SMC från *Agaricus bisporus* hade högst innehåll av kväve, fosfor och kalium, jämfört med det från lackticka (*Ganoderma lucidum*), igelkottaggschamp (*Hericium erinaceus*), shiitake (*Lentinula edodes*) och ostronskivling (*Pleurotus ostreatus*).

Innehåll av olika ämnen, inkluderande växtnäringssämnen, varierar mellan täcklagret och själva komposten (Finney et al. 2009). SMC har alltså olika egenskaper beroende på om täcklagret avlägsnats eller inte.

Forskning har visat att SMC/SMS från diverse svampar kan användas till många olika saker. Bland annat:

- Det kan användas för tillverkning av biokol, som sedan kan användas för bioremediering av vatten förorenat med tungmetaller (Abdallah et al. 2019).
- SMC från champinjon kan användas till bioremediering av jordar förorenade av till exempel polycykliska aromatiska kolväten (PAH) (Gasecka et al. 2012) och petroleum kolväten (Mohammadi-Sichani et al. 2019).
- Det kan användas som ingrediens i tillverkning av nytt substrat för odling av champinjon (Bishop et al. 2016; Pardo-Gimenez et al. 2011).
- En annan användning för SMC är bränsletillverkning för utvinning av värme och energi (Finney et al. 2009).
- Det kan utgöra en ingrediens i djurfoder till, bland annat, gäss (Chang et al. 2016) och ungtjurar (Kim et al. 2012).
- Det kan utnyttjas i vermikompostering (Abu Bakar et al. 2014; Fataei & Hashemimajd 2012).
- Enzymer som kan användas till bioremediering och tillverkning av biobränslen kan utvinnas ur SMC (Phan & Sabaratnam 2012).

Grimm & Wösten (2018) beskriver flera olika tillämpningar av SMS och diskuterar hur det skulle kunna användas i ett cirkulärt system. De har som exempel att SMS först används för att utvinna enzymer, sedan för att odla mer svamp och slutligen att det används som kompost inom agrikultur eller hortikultur, alternativt som djurfoder eller till produktion av biobränsle. Deras slutsats är att vilket sätt som är bäst kommer att bero på lokala förhållanden med tanke på bland annat tillgängliga resurser. Dessutom anser de att mer forskning behövs för att ta reda på i vilken ordning dessa tillämpningar bör användas för att på bästa sätt ta hand om både miljö och ekonomi.

SMC från odling av champinjoner har potential inom växtodling. Det innehåller växtnäringsämnen och organiskt material (Catal & Peksen 2020) och det kan innehålla nyttiga mikroorganismer (de Moraes et al. 2020).

1.2. Syfte

Syftet med denna litteraturstudie var att undersöka hur SMC skulle kunna användas inom växtodling. Vad som testats, vad som har visat sig fungera, alltså vilka potentiella användningsområden / tillämpningar som finns. Om det finns några problem associerade med att använda SMC i odling. Vilka växter som har använts i hittade studier. Och vilka mekanismer som ligger bakom effekterna.

1.3. Frågeställningar

- Vad skulle SMC kunna användas till inom växtodling? Finns det några problem med denna användning?
- Vilka växter har använts i studierna?
- Hur kan SMC göra nytta för växterna? Vilka mekanismer ligger bakom?

2. Material och metod

2.1. Litteraturstudie

Litteratur söktes efter i SLU's databas Primo, i Web of Science och Scopus.

Sökord som användes är: "spent mushroom compost", "spent mushroom compost" AND agaricus, "spent mushroom substrate" AND agaricus, "spent mushroom compost" AND "soil amendment", "spent mushroom compost" AND "disease suppression", "spent mushroom compost" AND "peat substitute", "spent mushroom compost" AND "white button", "spent mushroom compost" AND "organic fertilizer", "spent mushroom compost" AND "plant nutrition", "spent mushroom compost" AND microorganisms, "spent mushroom compost" AND "plant pathogens"

2.1.1. Avgränsningar

Litteraturen bör falla inom ramen för denna studie. Alltså ska den handla om användning av SMC inom odling av växter, inte odling av svamp, vermikompostering, tillverkning av bränsle eller annat. Eftersom det mest är champinjon som odlas i västvärlden och Sverige, så bör litteraturen till de översta två frågeställningarna behandla SMC som använts till odling av just denna svamp, alltså endast de källor där det uttryckligen framgår att SMC kommer från odling av champinjoner.

3. Resultat

3.1. Potentiella tillämpningar för SMC inom växtodling

Följande potentiella tillämpningar framkom under litteraturstudien: växtskydd, alternativ till torv, växtnäring och jordförbättring.

3.1.1. Växtskydd

Studier har visat att SMC kan ha effekt mot flera olika växtskadegörare. Sju studier som fokuserade på att använda SMC från produktion av champinjoner inom växtskydd hittades. SMC har använts på flera olika sätt i dessa studier: substrat för odling av antagonister eller patogener mot skadegörarna, direkt tillsats av SMC i substrat eller jord och tillsats av extrakt från SMC. Två studier visade att SMC kunde användas som substrat för odling av antagonister eller patogener mot skadegörarna. Tre studier påvisade effekt mot jordburna patogener varav en också visade effekt mot en patogen som angriper blad. Två studier visade effekter relaterade till nematoder.

SMC som substrat för odling av antagonister eller patogener mot skadegörarna

Raziq & Fox (2004) fann att två isolat av *Trichoderma harzianum*, antagonister mot bland annat den patogena svampen *Armillaria mellea* som orsakar rotröta hos jordgubbar (*Fragaria x ananassa*), kunde växa på SMC. Autoklaverat SMC var bättre än det med levande mycel, SMC var bättre än kompost utan mycel och SMC från *Agaricus bisporus* var bättre än SMC från *Pleurotus ostreatus*. Antagonister odlade på SMC visade även viss effekt mot patogenen i experiment med jordgubbsplantor, men andra behandlingar var bättre.

Insektspatogena svampar kunde överleva i substrat som innehåller SMC från produktion av *A. bisporus* även om där inte fanns några insekter som kunde agera värd (Noble et al. 2018). I studien var det mer effektivt mot växthusöronvivel (*Otiiorhynchus sulcatus*) att använda inokulum (*Metarhizium brunneum* strain F52 och *Beauveria bassiana* strain ATCC 74040) tillsammans med färsk pastöriserad SMC vars täcklager hade avlägsnats (10% volym) än utan, i ett torvbaserat substrat.

Effekt mot jordburna patogener och en patogen som angriper blad

Ntougias et al. (2008) fann att tillsats av SMC (1:3, vikt) till ett torvbaserat substrat ökade tomatens (*Solanum lycopersicum*) resistens mot jordburna patogener och en patogen som angriper blad signifikant, jämfört med bara torv. De jordburna patogenerna var *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan strain IK-23 och *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker strain CBS 101587 och patogenen som angriper blad var *Septoria lycopersici* Speg. strain NEV. Den kompost som användes direkt efter tre månaders kompostering och tre månaders härdning var mer effektiv mot *P. nicotianae* än den som även lagrats i nio månader under förhållanden med låg fukt. Kavroulakis et al. (2010) testade sedan de tre substrat som visade motståndskraft mot dessa patogener i ovan experiment, inklusive ett substrat med SMC, och kunde isolera sammanlagt 44 olika bakterier som hade effekt in vitro mot minst en av de patogener de testade (*Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* Jarvis & Shoemaker strain CBS 101587, *Fusarium oxysporum* f.sp. *raphani* Kendr. & Snyder, *Phytophthora nicotianae* Breda de Haan strain IK-23, *Phytophthora cinnamomi* Rands och *Rhizoctonia solani*).

Goonani et al. (2011) kom fram till att gurka (*Cucumis sativus*) som fick växa i substrat med SMC från produktion av *A. bisporus* (två år gammalt och urlakat) som tillsats fick mindre problem med *Phytophthora drechsleri*, som orsakar rotröta, än substrat utan SMC. De kom fram till att 25% osteriliserad SMC var bäst. De kunde också visa att osteriliserat extrakt från SMC var effektivt mot *P. drechsleri* in vitro.

Effekt mot nematoder och nematodburna sjukdomar

Zoon et al. (2002) kom fram till att tillsats av tolv ton/ha färsk pastöriserad SMC från champinjon vid plantering av tulpaner minskade problem med *Tobacco rattle tobnavirus* (TRV), jämfört med behandlingar utan SMC. Fältet var sedan tidigare infekterat med *Paratrichodorus teres*, en nematod som fungerar som vektor för TRV. De fann att komposten kan orsaka fytotoxicitet när den tillsätts i höga doser, men detta skulle kunna minskas om den blandades ned lite i jorden innan plantering.

SMC från både *A. bisporus* och *P. ostreatus* hade effekt mot rotgallnematoden *Meloidogyne incognita* hos tomat. Ju högre halt SMC som tillsattes ju mer effektiv var behandlingen. SMC från *P. ostreatus* var dock mer effektiv än den från *A. bisporus*. Aslam & Saifullah (2013)

3.1.2. Alternativ till torv

SMC från produktion av champinjoner kan användas som alternativ till torv. Sex studier som visade att det kan ersätta torvbaserade substrat, helt eller delvis, i olika

former av containerodling hittades. Fyra av dessa studier involverade sådd och eller uppdragning av grönsaksplantor, de resterande två plantskoleproduktion av buskar.

Sådd och eller uppdragning av grönsaksplantor

Medina et al. (2009) fann att vid frösådd av tomat, paprika (*Capsicum annuum*) och zucchini (*Cucurbita pepo*) kunde till och med 75% (volym) av ett torvbaserat substrat ersättas av SMC från produktion av *Agaricus bisporus* utan att resultatet blev sämre än kontrollen som endast bestod av torv. De kom också fram till att detta SMC kunde användas till produktion av småplantor av dessa växter.

Kwack et al. (2012) kom fram till att trots att SMC från champinjoner hade en del egenskaper som inte var optimala så var det bäst av de olika SMC som testades, och kunde användas till uppdragning av sallat (*Lactuca sativa*) när det blandades med andra substrat (proportionen SMC var 100%, 75% eller 50% efter volym), till exempel torv. De jämförde SMC från sex olika svampar: champinjon (*A. bisporus*), vinterskivling (*Flammulina velutipes*), kungsmussling (*Pleurotus eryngii*), *Hypsizygos marmoreus* (saknar svenskt namn), korallticka (*Grifola frondosa*) och namekotoffsskivling (*Pholiota nameko*), för sådd och tillväxt hos sallat och fann att uppkomsten av sallat i SMC från *A. bisporus* var lika bra som i kontrollen som bestod av ett kommersiellt substrat. Tillväxten var även den högst i SMC från *A. bisporus*, speciellt när det blandades med torv.

Tomat sådd i SMC (100 %, komposterat i 15 dagar) gav plantor med högre kvalitet och produktivitet jämfört med ett kommersiellt substrat i en studie av Collela et al. (2019).

Wever et al. (2005) testade alternativa recept på substrat för odling av champinjoner, sedan använde de SMC från behandlingarna med de mest lovande resultaten för att så kålrabbi (*Brassica oleracea*). De fann att färsk SMC blandat med torv gav nedsatt tillväxt, men när den urlakats minskade detta problem. I detta fall skedde urlakningen genom att materialet sköljdes med regnvatten, minst tre delar vatten till en del substrat. Täcklagret kunde dock användas direkt utan problem.

Plantskoleproduktion av buskar

Chong et al. (1991) kom fram till att SMC gav lika bra eller bättre resultat hos de flesta testade lignoser jämfört med kontrollen bestående av endast bark. De blandade SMC från *A. bisporus*, 33, 67 eller 100% (volym) med bark och odlade åtta olika arter: rysk kornell (*Cornus alba*), forsythia (*Forsythia x intermedia*), rosenpraktrö (*Weigela florida*), bruddeutzia (*Deutzia gracilis*), smällspirea (*Physocarpus opulifolius*), tok (*Potentilla fruticosa*), liguster (*Ligustrum vulgare*) och modern buskros (*Rosa Moderna Buskros-Gruppen*), från rotade sticklingar.

SMC var antingen färsk (pastöriserad), komposterad i två år efter pastörisering eller färsk och urlakad efter pastörisering. Tillsats av SMC resulterade i säljbar kvalitet för alla testade arter utom liguster som visade kloros i alla behandlingar med SMC.

Chong et al. (1994) blandade 25 eller 50% (volym) SMC från champinjon från två olika företag med bark eller torv (och sand i vissa av behandlingarna). De producerade fyra olika buskar: krypoxbär (*Cotoneaster dammeri*), rysk kornell, forsythia och rosenpraktry, från rotade sticklingar och fann att blandningarna med SMC gav bättre tillväxt än kontrollen bestående av endast bark.

3.1.3. Växtnäring

Flera studier har visat att SMC kan användas som organisk gödsel. Fem studier som fokuserade på SMC från produktion av champinjoner som organisk gödning hittades. Två av dessa beskrev fältspridning av SMC, medan resterande tre involverade containerodling.

Fältspridning

Hackett (2015) kom fram till att färsk SMC (15 eller 30 ton/ha) från produktion av *Agaricus bisporus* kan bidra till kvävegödning i odling av korn (*Hordeum vulgare*). Effekten varierade dock mellan åren.

Collela et al. (2019) kom fram till att SMC (15 ton/ha, komposterat i 15 dagar) kan användas som organisk gödning vid odling av tomat. Det är en bra källa till kväve, fosfor och kalium.

Containerodling

Gonani et al. (2011) odlade gurka i en sandig lerjord med tillsats av SMC som komposterats i två år och sedan urlakats. De fick bäst resultat med 15 och 25 % SMC.

Paula et al. (2017) använde pastöriserad och stabiliserad SMC (7,5, 15, 30, 45, 60 eller 75 g/L) som enda tillsatta gödning i ett torvsubstrat och odlade italienskt rajgräs (*Lolium multiflorum*). Avkastningen var beroende på mängden tillsatt SMC, gräset visade högre tillväxt med större mängd tillsatt SMC.

Afagh et al. (2019) tillsatte 5, 10 eller 15% (volym) SMC till sandig lerjord och odlade kamomill (*Matricaria recutita*), de fann att höjd, färskvikt, torrsvikt, antal blommor, blommornas vikt och innehåll av essentiella oljor ökade signifikant jämfört med kontrollen. De kom fram till att SMC i lämpliga doser kan vara ett bra alternativ till konstgödsel.

3.1.4. Jordförbättring

Forskning har gjorts på hur tillsats av SMS från svampodling påverkar jord. De positiva effekter som lyfts fram inkluderar aggregatstabilitet, mindre skorpbildning och lägre bulkdensitet (Stewart et al. 1998), vilka kan relateras till organiskt material. Endast en studie av de som hittats specificerar dock vilken svamp som odlats på substratet.

I studien av Medina et al. (2012) ökade markbördigheten, i form av organiskt kol och kväve, tillgänglig fosfor och fosfatasaktivitet, när SMC från *Agaricus bisporus* (77 ton per hektar) eller SMC från *A. bisporus* blandat med SMC från *Pleurotus ostreatus* (50/50 volym, 85 ton per hektar) spreds och nedbrukades till 30 cm djup en månad innan plantering av sallat.

3.1.5. Problem associerade med användning av SMC

Flera studier nämner en del problem med användningen av SMC i odling, utöver de positiva effekterna.

Ledningstal

Högt ledningstal är ett problem som nämns ofta relaterat till SMC. Det höga ledningstalet hos SMC beror på höga halter av kalium, kalcium, sulfat, klor (Chong et al. 1991) och natrium (Afagh et al. 2019).

Huruvida ett högt ledningstal påverkar växterna beror på vilken växt som odlas då växter har olika tolerans för höga saltnivåer. De har även olika tolerans under olika stadium, frön när de ska gro och väldigt unga plantor är ofta mer känsliga. Ett ledningstal på 4,97 dS/m påverkade inte tillväxten av sallat i en studie av Kwack et al. (2012) och höga ledningstal hade ingen effekt på resultatet när ett flertal lignoser odlades i en studie av Chong et al. (1991), medan ett ledningstal på 4,724 dS/m påverkade tillväxten men inte avkastningen hos kamomill i en studie av Afagh et al. (2019). Högt ledningstal kan också ha lett till att tomatfrön tog längre tid att gro i en studie av Collela et al. (2019).

Wever et al. (2005) fann att SMC gav nedsatt tillväxt hos kålrabbi, detta tillskrev de delvis det höga ledningstalet hos färsk SMC och delvis kvävefixering av mikroorganismer. Ledningstalet kunde sänkas med hjälp av urlakning och på så sätt kunde odling ske utan nedsatt tillväxt som följd, men de kom fram till att om SMC ska användas storskaligt till växtodling bör receptet på komposten ändras.

Chong et al. (1991) rapporterade att liguster uppvisade kloros i alla behandlingar med SMC, ett tecken på att SMC kan vara fytotoxiskt för liguster. Zoon et al. (2002) fann att färsk SMC kan orsaka fytotoxicitet hos tulpan när det tillsätts i höga doser.

Packning

Packning av substratet, alltså att det krymper och blir mer kompakt, kan ske i behandlingar med SMC (Chong et al. 1994). Detta hade dock ingen effekt på plantornas tillväxt i studien. Packningen kunde minskas med tillsats av sand, sand hade heller ingen effekt på tillväxten.

Det bör tilläggas att packning skulle kunna orsaka syrebrist i rotzonen på längre sikt. SMC skulle då kunna orsaka problem för kulturer som växer i samma substrat en längre tid om det inte tillsätts något material som minskar tendensen till packning.

3.2. Växter

En tabell över de växter som tas upp i studerad litteratur under rubriken 3.1. Potentiella tillämpningar för SMC inom växtodling, finns i bilaga 1. Tabell 1 innehåller svenska namn, latinska namn med eventuell varietet eller sort, referens, vilka effekter som studerats / hur SMC användes, eventuella kommentarer och vilket land studien gjordes i. Efter tillgänglig information.

3.3. Förklaringar av effekter

3.3.1. Växtnäring

SMC har betydande innehåll av växtnäringsämnen

En del av ingredienserna i komposten som används till champinjonodling innehåller mycket näring, främst stallgödsel och hönsgödsel. Svamparna tar inte upp all denna näring under odlingsperioden, mycket finns kvar i SMC. Enligt en studie av Catal & Peksen (2020) innehöll SMC 2,32 % kväve, 0,68 % fosfor och 2,43 % kalium. Ett exempel på ett kommersiellt hönsgödsel innehåller 4 % kväve, 1,2 % fosfor och 2,3 % kalium (Hasselfors Garden u.å.). SMC innehåller även andra näringsämnen, inkluderande mikronäringsämnen (Catal & Peksen 2020). Det bör tilläggas att proportionerna av näringsämnena inte alltid stämmer med växternas behov.

Både Gonani et al. (2011) och Collela et al. (2019) kom fram till att SMC kan användas som källa till essentiella växtnäringsämnen och fungerar som organisk gödsel. Hackett (2015) drog slutsatsen att SMC har samma förmåga att tillhandahålla spannmål med kväve som diverse andra komposterade material, till exempel komposterad dynga och frukt-, grönsaks- och trädgårdskompost.

Afagh et al. (2019) rapporterade ökat upptag av näringsämnen hos kamomill i behandlingar med SMC. De kom fram till att organiska gödsel är näringsrika och att positiva effekter av organisk gödsel även kan vara relaterat till deras förmåga att främja gynnsamma fysiska och biologiska egenskaper hos jorden.

Näringen frigörs långsamt

En del av näringen i SMC är bunden, den är alltså inte växttillgänglig direkt utan frigörs långsamt, vilket möjliggör produktivitet under en längre period (Paula et al. 2017).

Mineralisering, det vill säga frigöring, av näringsämnen bundna i organiskt material utförs av nedbrytare. Hur snabbt det går beror på många saker, till exempel materialets sammansättning och miljöfaktorer som påverkar mikroorganismernas aktivitet (Eriksson et al. 2011). Nedbrytningen går ofta snabbast i början och saktar ned i takt med att lättnedbrytbart material minskar.

3.3.2. Jordförbättring

Organiskt material

Organiskt material har många positiva effekter i jorden. Organiskt material bidrar med näring till markorganismer, det utgör ett förråd av näringsämnen som kan bli växttillgängliga när materialet bryts ner, kan bidra till ökad katjonbyteskapacitet och har god vattenhållande förmåga. Organiskt material kan bidra till bildning av stabila aggregat och på så sätt gynna en markstruktur som ger god genomluftning, förmåga att leda och binda vatten och gör det lättare för rötter att ta sig fram. Eriksson et al. (2011)

Halten organiskt material i SMC från *Agaricus bisporus* kan vara upp mot cirka 70 % (Catal & Peksen 2020; Afagh et al. 2019; Paula et al. 2017).

Markbördighet

Markbördighet är markens förmåga att upprätthålla produktivitet under längre tid. Denna förmåga påverkas av en mängd fysikaliska, kemiska och biologiska faktorer, vilka kan samverka och variera med både plats och tid. Det är alltså ett svårdefinierat koncept. Exempel på faktorer kan vara pH, vattenhållande förmåga, innehåll av växttillgänglig näring och mikrobiell aktivitet.

Medina et al. (2012) rapporterade ökad markbördighet vid tillsats av SMC. Behandling med SMC gav högre halter organiskt kol och kväve på grund av det organiska materialet och dess nedbrytning. Det ledde till högre fosfatasaktivitet då denna stimuleras av mikrobiell tillväxt, vilken kan bero på tillsats av organiskt material. Fosfatasaktiviteten ledde till mer tillgänglig fosfor.

3.3.3. Växtskydd

Mikrobiell aktivitet

SMC har hög mikrobiell aktivitet då det, som tidigare nämnts, innehåller höga halter organiskt material. Ett substrats förmåga att verka hämmande mot sjukdomar är relaterat till bland annat konkurrens om nischer och näringsämnen mellan patogener och andra mikroorganismer (Khalil & Svensson 2017). Substratet kan innehålla mikroorganismer som producerar metaboliter så som enzymer eller antibiotika vilka har effekt mot patogener och mikroorganismer som utövar hyperparasitism mot patogener. Det kan även finnas organismer som inducerar systemisk resistens eller försvar hos växten eller verkar tillväxtfrämjande för växten. Allt detta minskar patogenernas överlevnad och förmåga att negativt påverka växter och främjar växternas välmående.

SMC kan skydda växter mot jordburna patogener. I studien av Ntougias et al. (2008) visade alla testade komposter effekt mot *Phytophthora nicotianae*, vilket pekar på en generell hämmande förmåga (ibland kallat "general suppression phenomenon") orsakad av till exempel mikrobiell konkurrens. Effektiviteten minskade dock efter nio månaders lagring i låg fukt, det är förväntat att detta leder till minskad mikrobiell aktivitet. Goonani et al. (2011) fann att extrakt från osteriliserad SMC hade bättre effekt mot *Phytophthora drechsleri* än SMC som autoklaverats, den osteriliserade har större mikrobiell aktivitet.

Effekt mot *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* skilde sig mellan komposterna i studien av Ntougias et al. (2008) och tros vara relaterad till specifika mikroorganismer. Komposter är inte naturligt koloniserade av en mängd olika organismer som kan kontrollera specifika patogener eftersom dessa organismer förstörs vid de höga temperaturer som uppstår under kompostering (Zinati, 2005). Dessa mikroorganismer måste då kolonisera eller återkolonisera komposten efter att temperaturen har sjunkit, vilket inte alltid sker.

Tillsats av SMC i substratet kan skydda mot patogenen *Septoria lycopersici* som angriper blad, detta indikerar att SMC aktiverade ett systemiskt försvar i växten (Ntougias et al. 2008). Systemiskt försvar eller resistens kallas ibland "systemic acquired resistance" (SAR), det betyder att ett försvar som skyddar hela växten aktiveras efter till exempel en lokal infektion i någon del av växten.

SMC förser mikroorganismer med näring

Kavroulakis et al. (2010) rapporterade att enzymerna kitinas och beta-glukanas producerades av de bakterier som hade effekt mot patogena svampar i deras studie. Organismer som producerar dessa ämnen tros gynnas av substrat som innehåller

kitin som de kan använda som alternativ näringskälla. Vilket SMC gör eftersom svampars cellväggar består av kitin.

Insektspatogena svampar överlever i substrat med SMC (Noble et al. 2018). De spekulerade om detta skulle kunna bero på att det kitin som SMC innehåller kan användas som alternativ näringskälla av svamparna. Insekters exoskelett består också av kitin.

Raziq & Fox (2004) visade att *Trichoderma harzianum* kan växa på autoklaverad SMC. Det växte bättre på autoklaverat SMC än på kompost utan mycel då det döda myceliet fungerar som näring åt antagonisterna. *T. harzianum* växte inte lika bra på SMC med levande mycel, vilket kan bero på att *Agaricus bisporus* kan producera metaboliter som har negativ effekt på andra svampar.

Nematicida egenskaper?

Tillsats av diverse organiska material för jordförbättring har väldigt varierad effekt när det gäller nematoder (Thoden et al. 2011), det kan både reducera och öka populationerna. Minskning av växtpatogena nematoder relateras bland annat till att ämnen som är giftiga för nematoder, till exempel organiska syror och ammonium, kan frigöras när organiskt material bryts ner. Det organiska materialet kan även ändra fysiska och kemiska förhållanden på sätt som försvårar till exempel för nematodernas förmåga att hitta sin värdväxt. Det kan gynna växternas tillväxt och hälsa genom att bidra med växttillgänglig näring och organiska material som komposter och kitin kan sätta igång systemisk resistens i växter. Dessutom kan svampar och bakterier som är antagonistiska mot nematoder samt arter som är predatorer på nematoder gynnas av tillsats av organiskt material.

Aslam & Saifullah (2013) påvisade att SMC kan hämma nematoden *Meloidogyne incognita* men förklarar inte närmare vilka mekanismer som ligger bakom. De spekulerar om olika fenoler som har visat effekt mot vissa nematoder och nämner även att tillsats av organiskt material kan hämma nematoder.

Zoon et al. (2002) fann att tillsats av SMC minskade problem med *Tobacco rattle tobnavirus* (TRV), då detta virus sprids med hjälp av nematoder så visar även detta resultat en minskning av nematodernas inverkan på växterna i relation till SMC.

3.3.4. Alternativ till torv

I de studier som visat att det går att använda SMC som alternativ till torv kunde växterna växa i substratet utan att det resulterade i nedsatt tillväxt, produktion, kvalitet, och så vidare. Chong et al. (1994) rapporterade att alla lignoser i studien växte lika bra eller bättre med SMC. Chong et al. (1991) kom fram till att de flesta av de testade lignoserna växte lika bra eller bättre i substrat med SMC.

Wever et al. (2005) kom dock fram till att urlakning krävdes för att odla kålrabbi i substratblandningar med SMC. Täcklagret däremot, som till stor del består av torv med kalk eller gips, kunde användas direkt utan problem.

Användning av olika komposter i containerodling begränsas av ett antal faktorer (Stewart-Wade 2020). Komposters egenskaper varierar mycket med råmaterial, kompostprocess, stabilitet, och så vidare, vilket leder till att det är svårt att få till en jämn och förutsägbar kvalitet på substratet. Varierande egenskaper leder till varierande effektivitet till exempel när det gäller motståndskraft mot patogener och därmed till varierande resultat, vilket inte är önskvärt hos substrat.

Innehåll av växtnäringsämnen

Som tidigare nämnt innehåller SMC betydande mängder växtnäringsämnen. Medina et al. (2009) fann att blandningar med SMC från *A. bisporus* hade högst innehåll av makronäringsämnen, jämfört med endast torv eller med SMC från *P. ostreatus*. Collela et al. (2019) rapporterade högre kvalitet hos tomatplantor uppdragna i SMC vilket kunde bero på större mängd och tillgänglighet av växtnäringsämnen.

Då en hel del näring i SMC är bundet i organiskt material krävs mineralisering av denna innan växterna kan dra nytta av den. Mineralisering kontrolleras som tidigare nämnts av många faktorer så det är svårt att veta hur mycket av näringen som kommer att vara tillgänglig och när. Som tidigare nämnts är näringsämnena inte heller nödvändigtvis i rätt proportioner för växterna.

pH

SMC har betydligt högre pH än ren okalkad torv. Chong et al. (1994) fann att substratblandningar med SMC hade ett pH på mellan 7,4 och 7,9, medan ren okalkad torv hade ett pH på 3,9. Högt pH i SMC beror på att komposten som svampen odlats på innehåller kalk eller gips (Medina et al. 2009). pH påverkar tillgängligheten av växtnäringsämnen och tillgängligheten för många viktiga ämnen är som högst vid pH mellan 6 och 7. Ett pH som är betydligt högre eller lägre minskar då näringsämnenas tillgänglighet. Växters tolerans när det gäller pH varierar också. Detsamma gäller vilka mikroorganismer som trivs.

Katjonbyteskapacitet

Collela et al. (2019) fann att SMC hade högre katjonbyteskapacitet än andra testade substrat. Katjonbyteskapacitet är substratets förmåga att binda positiva joner elektrostatiskt till ytorna av substratpartiklarna. Dessa joner är utbytbara. Katjonbyteskapaciteten påverkar tillgängligheten av vissa växtnäringsämnen då ämnena i form av lösta positiva joner stannar kvar i substratet istället för att urlakas. Organiskt material kan bidra till hög katjonbyteskapacitet.

4. Diskussion

4.1. Metoddiskussion

En del av de sökord som användes gav väldigt många träffar, medan andra inte gav några användbara träffar alls. ”spent mushroom compost” resulterade i flera hundra träffar, och flera artiklar som kunde användas i detta arbete. ”spent mushroom compost” AND ”soil amendment” samt ”spent mushroom substrate” AND agaricus gav också flera bra träffar. ”spent mushroom compost” AND “disease suppression”, ”spent mushroom compost” AND “peat substitute”, ”spent mushroom compost” AND “white button”, “spent mushroom compost” AND “organic fertilizer”, ”spent mushroom compost” AND “plant nutrition”, ”spent mushroom compost” AND microorganisms samt ”spent mushroom compost” AND “plant pathogens” gav få eller inga användbara träffar.

Ett flertal artiklar saknar information om vilken svamp som odlats på den SMC som användes experimentet, så även om det är troligt att det var *Agaricus bisporus*, med tanke på var experimentet utfördes och att *A. bisporus* är dominerande i västvärlden så kan inte dessa artiklar användas i denna litteraturstudie. Det finns alltså troligen fler exempel på användning av SMC från odling av champinjoner.

4.2. Resultatdiskussion

SMC är en variabel produkt, dess egenskaper beror på många faktorer. Kwack et al (2012) fann till exempel att pH, ledningstal och näringsinnehåll varierade en hel del mellan SMC från olika svampar. Som nämns i inledningen påverkar även råvaror som använts i tillverkningen av substratet egenskaperna. Pastörisering eller annan sterilisering och lagring (Ntougias et al. 2008) påverkar mikrobiell aktivitet.

Kompostering efter odling av svamp avslutats påverkar bland annat näringsinnehåll och ledningstal. Chong et al. (1991) fann att halten nitrat i SMC som komposterats i två år var mycket högre än i färsk SMC och färsk SMC som urlakats. I

komposterad SMC så sjönk nitrathalten över tid medan halten i färsk SMC och färsk SMC som urlakats var högre i slutet av experimentet än i början.

Vissa författare skriver inte hur den SMC de använder har hanterats, när det gäller pastörisering, kompostering, lagring och så vidare. Detta påverkar som sagt dess egenskaper, så det är en viktig del i att se till att experimenten som beskrivs kan upprepas.

Många av de studier som använts i detta arbete beskriver experiment som gjordes under kontrollerade förhållanden, i växthus eller liknande. Detta gör det mer troligt att dessa tillämpningar skulle kunna användas under svenska förhållanden, oberoende av var i världen studierna gjordes.

När det gäller innehåll av växtnäring visar resultaten av studierna som använts i detta arbete att SMC innehåller relevanta mängder av många ämnen. Exakta mängder varierar dock en hel del, det kan antas bero på skillnader i näringsinnehåll i råvarorna, hur mycket svamp som odlats och hantering efter odling. Studierna var ändå överens om att SMC kan användas som organisk gödsel. Det är dock viktigt att det analyseras först, så att rätt mängd SMC kan användas, eventuella brister kan åtgärdas och stress på grund av för högt ledningstal eller andra toxiska effekter relaterade till höga halter av näringsämnen kan undvikas.

Relativt låga halter SMC användes i studier fokuserade på SMC som gödsel. Gonani et al (2011) nämner att högre halter kan ha negativa effekter på växten som odlas, i deras fall gurka. Detta stämmer med det som sagts om det höga ledningstal som ofta associeras med SMC. Vilka halter som går att tillsätta vid användning av SMC som gödsel borde då variera beroende på vilken växt som odlas och hur komposten behandlats innan användning.

Endast en studie som fokuserade på SMC som jordförbättring kunde användas i denna litteraturstudie då flertalet jag hittade inte specificerade vilken svamp som odlats på den SMC som användes. Studien av Medina et al (2012) kan anses handla mer om växtnäring än jordförbättring, men deras slutsats var att SMC ökade markbördigheten och denna beror på många faktorer, inte bara tillgång av näring.

Studier som fokuserade på bioremediering skulle kunna tagits med som en del i jordförbättring i resultatet då detta möjliggör odling på förorenade jordar och på platser med förorenat vatten. Det skulle alltså kunna anses vara en sorts jordförbättring. Många gånger är det dock sanering av föroreningar som är syftet med detta, de studier som används i detta arbete menar till odla för att producera något.

Att SMC från odling av champinjon har effekt mot sjukdomar orsakade av arter av *Phytophthora* är inte oväntat då dessa ofta påverkas av generell hämmande förmåga i komposter som går hand i hand med hög mikrobiell aktivitet (Zinati 2005). Mikrobiell aktivitet kan som tidigare nämnts vara relaterat till organiskt material, vilket det finns gott om i SMC. Dessa effekter kan då anses vara något som kan uppnås med SMC överlag.

Effekten mot *Fusarium oxysporum* f.sp. *radicis-lycopersici* tros vara relaterad till specifika mikroorganismer. Eftersom höga temperaturer som dödar många mikroorganismer uppkommer flera gånger under tillverkning av komposten och ibland även efter odling av svamp avslutats, kan effekter relaterade till specifika mikroorganismer antas bero på huruvida dessa funnits i närheten av komposten när dess temperatur är på rätt nivå och om de faktiskt lyckats kolonisera den, vilket är långt ifrån säkert. All SMC kommer alltså inte vara naturligt effektiv mot skadegörare som bara hämmas av någon specifik mikroorganism. Det skulle kunna vara möjligt att med uppsåt tillsätta dessa organismer efteråt och i princip odla dessa på komposten, likt det som Raziq & Fox (2004) och Noble et al. (2018) gjorde i sina experiment, men det behöver i så fall testas.

Att SMC kunde skydda mot patogenen *Septoria lycopersici* visar på att det satte igång ett systemiskt försvar i växten. Detta anses vara ett ovanligt fenomen när det gäller komposter (Zinati 2005). Mer forskning krävs här för att se om detta kan upprepas, eller om det var något som var kopplat till just den specifika komposten, patogenen och växten.

När det gäller eventuella effekter mot nematoder så var de studier som tog upp detta inte så bra på att förklara sina resultat. Det krävs mer forskning för att utreda vad SMC faktiskt har för effekter när det gäller nematoder och vad dessa i så fall beror på.

SMC visar potential som alternativ till torv. De fördelar som nämns i studierna gentemot torv är främst relaterade till växtnäring. Andra fördelar kan anses vara dess funktion som jordförbättring och att det kan skydda mot skadegörare.

Betydligt större mängder SMC används i de studier som tar upp det som ett alternativt substrat i containerodling än i de som fokuserade på växtnäring. Flera kom fram till att 100 % SMC fungerade att så och eller odla i (Collela et al. 2019; Chong et al. 1991), men återigen så varierar detta med växt, Chong et al. (1991) fann att liguster fick kloros i alla behandlingar med SMC.

Det mest diskuterade problemet med att använda SMC inom växtodling är det ofta höga ledningstalet. Huruvida detta orsakar några problem är dock beroende på vilken växt som odlas, vad den har för tolerans. Högt ledningstal kan sänkas med

hjälp av urlakning (Goonani et al. 2011; Chong et al. 1991) men kan också sjunka av sig självt på grund av den vanliga bevattningen under odlingen (Kwack et al. 2012; Chong et al. 1994).

En annan strategi för att sänka ledningstal i SMC undersöktes av Wever et al. (2005). De ändrade receptet på komposten som framställs för att odla champinjoner, men kom ändå fram till att urlakning krävdes för att kunna odla kålrabbi på SMC. Det skulle vara intressant att se om deras metod fick andra resultat med en annan växt, till exempel tomat som inte verkar ha något större problem med högt ledningstal i SMC (Collela et al. 2019).

Av de 20 växtarter som använts i studierna så är nio lignoser, närmare bestämt prydnadsbuskar, sju är grönsaker eller bär, en är ett sädesslag, en är ett gräs, en är en prydnadsblomma och en växt används för att utvinna essentiella oljor. Av dessa 20 arter är det tomat som använts flest gånger. SMC kan alltså vara till nytta för många olika slags växter och således inom många olika områden inom hortikultur / agrikultur.

Enligt resultaten från denna litteraturstudie så har SMC potential att vara en del av lösningen på de problem och utmaningar som finns inom hortikultur. Minskad användning av kemiska växtskyddsmedel kan uppnås genom användning av substrat som är hämmande mot växtsjukdomar, vilket flera studier som tagits upp i detta arbete har visat att SMC kan vara. Den forskning angående att använda SMC som alternativ till torv i diverse containerodlingar som tas upp i detta arbete visar att detta är något som fungerar, så länge man är uppmärksam på mängden SMC som används och vilka växter man odlar. SMC har även potential som organisk gödsel, vilket betyder att det skulle kunna vara en del i att sluta näringscykler och på så sätt minska användningen av konstgödsel och miljöproblem relaterade till detta. För att säkra vår matproduktion och bevara de resurser vi har tillgång till så är det viktigt att samhället som helhet börjar tänka cirkulärt, satsningen på cirkulär ekonomi är ett steg i rätt riktning. SMC kan vara en del i detta, dess användning inom bland annat hortikultur kan vara en del i att utveckla hållbara system för allas våran hälsa och för vår miljö.

5. Slutsatser

Denna litteraturstudie har funnit att SMC har potential att tillämpas inom flera olika områden inom hortikultur.

- Inom växtskydd så har det visat effekt mot en rad olika skadegörare, på flera olika sätt.
- SMC kan användas som substrat i containerodling, antingen ensamt eller blandat med annat, beroende på vad som ska odlas.
- I lämpliga doser har SMC visat effekt som organisk gödsel och jordförbättring.
- Det är viktigt att vara uppmärksam på att SMC är en variabel produkt.
- Mer forskning behövs bland annat för att utreda vilka växtarter som kan gynnas av SMC då detta verkar variera en del och även för att klargöra mekanismerna bakom vissa av effekterna, till exempel när det gäller nematoder.

Referenser

- Abdallah, M.M., Ahmad, M.N., Walker, G., Leahy, J.J. & Kwapinski, W. (2019). Batch and Continuous Systems for Zn, Cu, and Pb Metal Ions Adsorption on Spent Mushroom Compost Biochar. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 58 (17), 7296-7307.
<https://doi.org/10.1021/acs.iecr.9b00749>
- Abu Bakar, A., Gawi, S.N.A.S.M., Mahmood, N.Z. & Abdullah, N. (2014). Vermicomposting of Vegetable Waste Amended with Different Sources of Agro-Industrial By-Product Using *Lumbricus rubellus*. *Polish Journal of Environmental Studies*. 23 (5), 1491-1498.
- Afagh, H.V., Saadatmand, S., Riahi, H. & Khavari-Nejad, R.A. (2019). Influence of Spent Mushroom Compost (SMC) as an Organic Fertilizer on Nutrient, Growth, Yield, and Essential Oil Composition of German Chamomile (*Matricaria Recutita* L.). *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 50 (5), 538-548.
<https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1568450>
- Aslam, S & Saifullah (2013). Organic management of root knot nematodes in tomato with spent mushroom compost. *Sarhad Journal of Agriculture*. 29 (1), 63-69.
- Bishop, E.L., Pecchia, J.A., Wilkinson, V., Albert, I. & Royse, D.J. (2016). Effects of Spent Mushroom Compost (SMC) as an ingredient in Phase I Compost on Production of *Agaricus Bisporus*. *Compost Science & Utilization*. 24 (4), 246-258.
<https://doi.org/10.1080/1065657X.2016.1147399>
- Catal, S. & Peksen, A. (2020). Physical, chemical and biological properties of spent mushroom substrates of different mushroom species. *Acta Horticulturae*. 1287, 353-360.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2020.1287.45>
- Chang, S.C., Lin, M.J., Chao, Y.P., Chiang, C.J., Jea, Y.S. & Lee, T.T. (2016). Effects of spent mushroom compost meal on growth performance and meat characteristics of grower geese. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 45 (6), 281-287. <https://doi.org/10.1590/S1806-92902016000600001>
- Cherkasov, N., Ibhaddon, A.O. & Fitzpatrick, P. (2015). A review of the existing and alternative methods for greener nitrogen fixation. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*. 90, 24-33.
<https://doi.org/10.1016/j.cep.2015.02.004>
- Chong, C., Cline, R.A., Rinker, D.L. & Allen, O.B. (1991). Growth and Mineral Nutrient Status of Containerized Woody Species in Media Amended with

- Spent Mushroom Compost. *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 116 (2), 242-247.
<https://doi.org/10.21273/JASHS.116.2.242>
- Chong, C., Cline, R.A. & Rinker, D.L. (1994). Bark- and Peat-amended Spent Mushroom Compost for Containerized Culture of Shrubs. *HortScience*. 29 (7), 781-784. <https://doi.org/10.21273/HORTSCI.29.7.781>
- Collela, C.F., Costa, L.M.A.S., de Moraes, T.S.J., Zied, D.C., Rinker, D.L. & Dias, E.S. (2019). Potential utilization of spent *Agaricus bisporus* mushroom substrate for seedling production and organic fertilizer in tomato cultivation. *Ciência e Agrotecnologia*. 43, e017119.
<http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054201943017119>
- de Moraes, T.S.J., Costa, L.M.A.S., Souza, T.P., Collela, C.F. & Dias, E.S. (2020). Fungal and bacterial population from spent mushroom substrate used to cultivate tomato plants. *Ciência e Agrotecnologia*. 44, e010120.
<http://dx.doi.org/10.1590/1413-7054202044010120>
- Eriksson, J., Dahlin, S., Nilsson, I. & Simonsson, M. (2011). *Marklära*. 1:5 uppl., Lund: Studentlitteratur.
- Fataei, E. & Hashemimajid, K. (2012). Assessment of Chemical Quality and Manure Value of Vermicompost Prepared from Mushroom Wastes. *Asian Journal of Chemistry*. 24 (3), 1051-1054.
- Finch, H.J.S., Samuel, A.M. & Lane, G.P.F. (2014). *Lockhart & Wiseman's Crop Husbandry Including Grassland*. 9 uppl., Cambridge: Woodhead Publishing.
- Finney, K.N., Ryu, C., Sharifi, V.N. & Swithenbank, J. (2009). The reuse of spent mushroom compost and coal tailings for energy recovery: Comparison of thermal treatment technologies. *Bioresource Technology*. 100 (1), 310-315. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.05.054>
- Gasecka, M., Drzewiecka, K., Stachowiak, J., Siwulski, M., Golinski, P., Sobieralski, K. & Golak, I. (2012). DEGRADATION OF POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS (PAHs) BY SPENT MUSHROOM SUBSTRATES OF *Agaricus bisporus* AND *Lentinula edodes*. *Acta Scientiarum Polonorum-Hortorum Cultus*. 11 (4), 39-46.
- Goonani, Z., Sharifi, K. & Riahi, H. (2011). The effects of spent mushroom compost and municipal solid waste compost on *Phytophthora drechsleri* in vivo and in vitro. *Archiv für Phytopathologie und Pflanzenschutz*. 44 (12), 1171-1181. <https://doi.org/10.1080/03235408.2010.484941>
- Gonani, Z., Riahi, H. & Sharifi, K. (2011). IMPACT OF USING LEACHED SPENT MUSHROOM COMPOST AS A PARTIAL GROWING MEDIA FOR HORTICULTURAL PLANTS. *Journal of Plant Nutrition*. 34 (3), 337-344. <https://doi.org/10.1080/01904167.2011.536876>
- Grimm, D. & Wösten, H.A.B. (2018). Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 102 (18), 7795-7803. <https://doi.org/10.1007/s00253-018-9226-8>

- Hackett, R. (2015). Spent mushroom compost as a nitrogen source for spring barley. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*. 102, 253-263.
- Hasselfors Garden (u.å.). *Höns gödsel*.
<https://www.hasselforsgarden.se/produkter/honsgodsel/> [2021-03-10]
- Iiyama, K., Stone, B.A. & Macauley, B.J. (1994). Compositional Changes in Compost during Composting and Growth of *Agaricus bisporus*. *Applied and Environmental Microbiology*. 60 (5), 1538-1546.
- Jernelöv, A. (2013). En hotande strid om konstgödsel. *Forskning & Framsteg*. 5.
<https://fof.se/tidning/2013/5/artikel/en-hotande-strid-om-konstgodsel>
 [2021-03-08]
- Kavroulakis, N., Ntougias, S., Besi, M.I., Katsou, P., Damaskinou, A., Ehaliotis, C., Zervakis, G.I. & Papadopoulou, K.K. (2010). Antagonistic bacteria of composted agro-industrial residues exhibit antibiosis against soil-borne fungal plant pathogens and protection of tomato plants from *Fusarium oxysporum* f.sp *radicis-lycopersici*. *Plant and Soil*. 333 (1-2), 233-247.
- Kemikalieinspektionen (2020). *Neonikotinoider*.
<https://www.kemi.se/bekampningsmedel/vaxtskyddsmedel/verksamman-amen-i-vaxtskyddsmedel/neonikotinoider> [2021-03-01]
- Keyzer, M. (2010). Towards a Closed Phosphorus Cycle. *De Economist*. 158 (4), 411-425.
- Khalil, S. & Svensson, B. (2017). *Hållbara odlingssubstrat med sjukdomshämmande egenskaper för odling av grönsaker och bär i tunnlår och växthus*. [faktablad]. LTV-fakultetens faktablad. Alnarp: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Kim, Y.I., Lee, Y.H., Kim, K.H., Oh, Y.K., Moon, Y.H. & Kwak, W.S. (2012). Effects of Supplementing Microbially-fermented Spent Mushroom Substrates on Growth Performance and Carcass Characteristics of Hanwoo Steers (a Field Study). *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 25 (11), 1575-1581. <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12251>
- Kwack, Y., Song, J.H., Shinohara, Y., Maruo, T. & Chun, C. (2012). Comparison of Six Spent Mushroom Composts As Growing Media for Transplant Production of Lettuce. *Compost science & utilization*. 20 (2), 92-96.
<https://doi.org/10.1080/1065657X.2012.10737031>
- Medina, E., Paredes, C., Pérez-Murcia, M.D., Bustamante, M.A. & Moral, R. (2009). Spent mushroom substrates as component of growing media for germination and growth of horticultural plants. *Bioresource Technology*. 100, 4227-4232.
- Medina, E., Paredes, C., Bustamante, M.A., Moral, R. & Moreno-Caselles, J. (2012). Relationships between soil physico-chemical, chemical and biological properties in a soil amended with spent mushroom substrate. *Geoderma*. 173-174, 152-161.
<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2011.12.011>
- Miljödepartementet, Näringsdepartementet (2019). *Regeringen beslutar om plan för hållbar användning av växtskyddsmedel*. [pressmeddelande], 11 april.

- <https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2019/04/regeringen-beslutar-om-plan-for-hallbar-anvandning-av-vaxtskyddsmedel/> [2021-03-01]
- Miljödepartementet, Näringsdepartementet (2020). *Sverige ställer om till en cirkulär ekonomi*. [pressmeddelande], 9 juli.
https://www.regeringen.se/pressmeddelanden/2020/07/sverige-staller-om-till-en-cirkular-ekonomi/?TSPD_101_R0=088d4528d9ab20008cf43c6d0c7dd1ae1785d480eeabf02b6cefcb8762b250ca01c2dceec4dd03c08d8d3988e1430005691bf33535a0ba969e4680e7423cfea6227f84707cc84ce8a51d310747e14954733cf85ab4a72c6b8790e7f8524b07e [2021-03-11]
- Mohammadi-Sichani, M., Assadi, M.M., Farazmand, A., Kianirad, M., Ahadi, A.M. & Hadian-Ghahderijani, H. (2019). Ability of *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Ganoderma lucidum* compost in biodegradation of petroleum hydrocarbon-contaminated soil. *International Journal of Environmental Science and Technology*. 16 (5), 2313-2320.
<https://doi.org/10.1007/s13762-017-1636-0>
- Naturvårdsverket (2020). *Fakta om matavfall*.
<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Mark/Avfall/Matavfall/> [2021-03-11]
- Noble, R., Dobrovin-Pennington, A., Fitzgerald, A., Dew, K., Wilson, C., Ross, K. & Perkins, C. (2018). Improving biocontrol of black vine weevil (*Otiorhynchus sulcatus*) with entomopathogenic fungi in growing media by incorporating spent mushroom compost. *BioControl*. 63 (5), 697-706.
<https://doi.org/10.1007/s10526-018-9877-5>
- Ntougias, S., Zervakis, G.I., Kavroulakis, N., Ehaliotis, C. & Papadopoulou, K.K. (2004). Bacterial diversity in spent mushroom compost assessed by amplified rDNA restriction analysis and sequencing of cultivated isolates. *Systematic and Applied Microbiology*. 27 (6), 746-754.
<https://doi.org/10.1078/0723202042369857>
- Ntougias, S., Papadopoulou, K.K., Zervakis, G.I., Kavroulakis, N. & Ehaliotis, C. (2008). Suppression of soil-borne pathogens of tomato by composts derived from agro-industrial wastes abundant in Mediterranean regions. *Biology and Fertility of Soils*. 44 (8), 1081-1090.
- Pardo-Gimenez, A., Pardo-Gonzalez, J.E. & Zied, D.C. (2011). Evaluation of harvested mushrooms and viability of *Agaricus Bisporus* growth using casing materials made from spent mushroom substrate. *International Journal of Food Science and Technology*. 46 (4), 787-792.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2011.02551.x>
- Paula, F.S., Tatti, E., Abram, F., Wilson, J. & O'Flaherty, V. (2017). Stabilisation of spent mushroom substrate for application as a plant growth-promoting organic amendment. *Journal of Environmental Management*. 196, 476-486. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.038>

- Phan, C.W. & Sabratnam, V. (2012). Potential uses of spent mushroom substrate and its associated lignocellulosic enzymes. *Applied Microbiology and Biotechnology*. 96 (4), 863-873. <https://doi.org/10.1007/s00253-012-4446-9>
- Raviv, M. (2011). THE FUTURE OF COMPOSTS AS INGREDIENTS OF GROWING MEDIA. *Acta Horticulturae*. 891, 19-32. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2011.891.1>
- Raziq, F. & Fox, R.T.V. (2004). Cultural techniques for improvement in biocontrol potential of fungal antagonists against *Armillaria* root rot of strawberry plants under glasshouse conditions. *Biological Agriculture & Horticulture*. 22 (3), 271-287. <https://doi.org/10.1080/01448765.2004.9755290>
- Stewart, D.P.C., Cameron, K.C., Cornforth, I.S. & Sedcole, J.R. (1998). Effects of spent mushroom substrate on soil physical conditions and plant growth in an intensive horticultural system. *Australian Journal of Soil Research*. 36 (6), 899-912.
- Stewart-Wade, S.M. (2020). Efficacy of organic amendments used in containerized plant production: Part 1-Compost-based amendments. *Scientia Horticulturae*. 266, 108856. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.108856>
- Svenska Svampodlarföreningen (u.å). <http://www.svampodlarna.org/> [2021-02-08]
- Thoden, T.C., Korthals, G.W. & Termorshuizen, A.J. (2011). Organic amendments and their influences on plant-parasitic and free-living nematodes: a promising method for nematode management? *Nematology*. 13 (2), 133-153. <https://doi.org/10.1163/138855410X541834>
- Wever, G., van der Burg, A.M.M. & Straatsma, G. (2005). Potential of adapted mushroom compost as a growing medium in horticulture. *Acta Horticulturae*. 697, 171-177. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.697.21>
- Williams, B.C., McMullan, J.T. & McCahey, S. (2001). An initial assessment of spent mushroom compost as a potential energy feedstock. *Bioresource Technology*. 79 (3), 227-230. [https://doi.org/10.1016/S0960-8524\(01\)00073-6](https://doi.org/10.1016/S0960-8524(01)00073-6)
- Zinati, G.M. (2005). Compost in the 20th century: A tool to control plant diseases in nursery and vegetable crops. *Horttechnology*. 15 (1), 61-66.
- Zoon, F.C., van Bruggen, A.S., de Heij, A., Asjes, C.J. & van den Ende, J.E. (2002). Effect of green manure crops and organic amendments on incidence of nematode-borne tobacco rattle virus. *Acta Horticulturae*. 570 287-292. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2002.570.37>

Bilaga 1

Tabell 1 Växter som använts i studerad litteratur

Växt	Latinskt namn	Ev. var., sort	Referens	Användning / studerad effekt	Kommentar	Land där studie utfördes
Bruddeutzia	<i>Deutzia gracilis</i>		Chong et al. 1991	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
Buskros	<i>Rosa</i> (Moderna Buskros-Gruppen)	'John Franklin'	Chong et al. 1991	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
Forsythia	<i>Forsythia x intermedia</i>	'Lynwood Gold'	Chong et al. 1991	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
		'Lynwood'	Chong et al. 1994	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
Gurka	<i>Cucumis sativus</i>	'Super dominos'	Gomani et al. 2011	Växtnäring		Iran
		'Super dominos'	Gomani et al. 2011	Växtskydd - <i>Phytophthora drechsleri</i>		Iran
Italienskt rajgräs	<i>Lolium multiflorum</i>		Paula et al. 2017	Växtnäring		Irland
Jordgubbe	<i>Fragaria x ananassa</i>	'Flamenco'	Noble et al. 2018	Växtskydd - överlevnad av insektspatogena svampar, växtusornivvel (<i>Othiorhynchus sulcatus</i>)		England
		'Cambridge Favourite'	Raziq & Fox 2004	Växtskydd - <i>Armillaria mellea</i>		England
Kamomill	<i>Matricaria recutita</i>		Afagh et al. 2019	Växtnäring		Iran
Korn	<i>Hordeum vulgare</i>	'Wicket'	Hackett 2015	Växtnäring - kväve		Irland
Krypskär	<i>Cotoneaster dammeri</i>	'Coral Beauty'	Chong et al. 1994	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
Kålrabbl	<i>Brassica oleracea</i>	var. <i>gongylodes</i>	Wever et al. 2005	Alternativ till torr - sädd och uppdragning		Nederländerna
Liguster	<i>Ligustrum vulgare</i>		Chong et al. 1991	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
Paprika	<i>Capsicum annuum</i>	Lamuyo F1	Medina et al. 2009	Alternativ till torr - sädd och uppdragning		Spanien
Rosenprakt	<i>Weigelia florida</i>	'Variegata Nana'	Chong et al. 1994	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
		'Variegata'	Chong et al. 1991	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
Rysk kornell	<i>Cornus alba</i>	'Argenteo-marginata'	Chong et al. 1991	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
			Chong et al. 1994	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
Sallat	<i>Lactuca sativa</i>	'L-1'	Kwack et al. 2012	Alternativ till torr - sädd och uppdragning	"transplant production modules"	Sydkorea / Japan
		var. <i>Ilmus</i>	Medina et al. 2008	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Spanien
Smallispirea	<i>Physocarpus opulifolius</i>		Chong et al. 1991	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Spanien
Tok	<i>Potentilla fruticosa</i>	'Red Ace'	Chong et al. 1991	Alternativ till torr - plantskoleproduktion		Kanada
Tomat	<i>Solanum lycopersicum</i>	'Mutschaniel'	Medina et al. 2009	Alternativ till torr - sädd och uppdragning		Spanien
		Galli F1	Ntougias et al. 2008	Växtskydd - <i>Phytophthora nicotianae</i> , Fusarium oxysporum f.sp. <i>radicis-lycopersici</i> , <i>Septoria lycopersici</i>	Tillväxtkammare	Grrekland
		'Rio Grande'	Aslam & Saifullah 2013	Växtskydd - <i>Meloidogyne incognita</i>	Växthus	Pakistan
Tulpan	<i>Tulipa</i> (Dänrikhybrid-Gruppen)	Peronset hybrid	Collaia et al. 2019	Alternativ till torr (sädd) och växtnäring	Växthus respektive fält	Brasilien
Zucchini	<i>Cucurbita pepo</i>	'Apeloon'	Zoon et al. 2002	Växtskydd - <i>Tobacco etiolis tobriovirus</i> , <i>Paratrichodorus teres</i>	Fält, fytoxicitet	Nederländerna
		Atrodite F1	Medina et al. 2009	Alternativ till torr - sädd och uppdragning	Växthus	Spanien