



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap

# **Sågspån från gran (*Picea abies*) som substrat vid odling av ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*)**

*Sawdust from spruce (*Picea abies*) as substrate for production of  
oyster mushroom (*Pleurotus pulmonarius*).*

*Jonatan Sundelin*

Självständigt arbete • 15 hp

Hortonomprogrammet

Alnarp 2018

**Sågspån från gran (*Picea abies*) som substrat vid odling av ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*)**

*Sawdust from spruce (Picea abies) as substrate for production of oyster mushroom (Pleurotus pulmonarius)*

*Jonatan Sundelin*

**Handledare:** Malin Hultberg, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biosystem och teknologi

**Examinator:** Helena Karlén, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biosystem och teknologi

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Kandidatarbete i biologi

**Kurskod:** EX0493

**Program/utbildning:** Hortonomprogrammet

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2018

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** *Pleurotus pulmonarius, svamp, Picea abies, gran, sågspån, odling, odlingssubstrat.*

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för biosystem och teknologi

## Sammanfattning

Sedan slutet av 1900-talet har intresset för matsvamp som en källa till näring och nya kulinariska upplevelser ständigt ökat, inte bara globalt utan även i Sverige. I samband med det ökade intresset för matsvamp har delikatessvamp som ostronskivling, shiitake med flera introducerats direkt till konsumenter och fått ett allt större erkännande av dem. I takt med att intresset för matsvamp har ökat bland konsumenter så har även intresset för att odla matsvamp ökat, särskilt intresset för att odla vednedbrytande svamparter. Trots det stora intresset för att odla matsvamp, och en mycket stor tillgång på odlingssubstrat i form av sågspån, finns det idag ingen svensk tillverkning av odlingssubstrat för svampodling. Odlare är istället beroende av import av odlingssubstrat bestående av material som det redan finns tillgång till i Sverige, vilket verkar som ett onödigt transporterande.

I denna studie undersöktes möjligheten av att använda sågspån av gran (*Picea abies*) som substrat vid odling av blek ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*) som här representerar vednedbrytande svampar.

Inom svampodlingen idag är sågspån från många olika lövträd rekommenderade som substrat vid odling av vednedbrytande matsvampar medan barrträd vanligtvis inte rekommenderas. Någon vetenskaplig grund till varför barrträd skulle vara sämre som odlingssubstrat än lövträd tycks inte finnas men slutsatsen tycks vara dragen ur odlingspraxis och tradition.

Studien visade att blek ostronskivling går att odla på ett granbaserat odlingssubstrat vilket är ett resultat som visar på stora möjligheter för framtiden särskilt med tanke på Sveriges stora tillgångar av gran och den svenska träindustrin. Fortsatt forskning kommer förmodligen att krävas för att verifiera resultaten och utveckla substrattillverkningen för att göra svensk substrattillverkning ekonomiskt lönsam. Om en sådan utveckling lyckas finns det potential att mångdubbla den svenska produktionen av vednedbrytande matsvampar genom användning av restprodukter från den svenska träindustrin som idag ofta eldas för uppvärmning.

## Abstract

Since the end of the 18<sup>th</sup> century the interest for edible mushrooms as a source of nutrients and new culinary adventures has increased, not only internationally but also in Sweden. In connection to the increased interest for edible mushrooms delicacy mushrooms such as oyster mushrooms and shiitake have been introduced to the consumer and they have been appreciated. Parallel with the growing interest for edible mushrooms among consumers the interest for production of edible mushrooms has also gained ground and especially production of wood decaying delicacy mushrooms. Despite the interest in production of edible mushrooms and the large available assets of growing substrate in form of sawdust there exists no, or only very small, production of mushroom substrate in Sweden today. Growers are instead dependent on imported growing substrate. This leads to unnecessary transportation.

In this study the possibility of using sawdust from spruce (*Picea abies*) as a substrate for cultivation of phoenix oyster (*Pleurotus pulmonarius*), a representative of wood decaying mushrooms, was investigated.

Within the general praxis of growing mushrooms today are many common deciduous tree species recommended as substrate for cultivation of edible wood decaying mushrooms and conifer tree species are usually not recommended. The recommendation not to use conifer wood for cultivating edible mushrooms does not seem to have much of a scientific background and is probably a result from growing praxis and traditions.

The result of this study demonstrated that phoenix oyster can be grown on a substrate from spruce which gives great opportunities for the future of substrate production in Sweden. Especially if you have in mind the large assets of spruce in Sweden and the Swedish timber industry. Continued research will be needed to verify the results and to improve the design of the substrate before it could be profitable. However, if succeeded sawdust from spruce has the potential to multiply the Swedish production of edible mushrooms many times over.

## Innehållsförteckning

Introduktion.....	1
Historia.....	1
Odling .....	2
Matsvamp som livsmedel.....	3
Marknad för svensk odling av matsvamp.....	3
Blek ostronskivling ( <i>Pleurotus pulmonarius</i> ).....	5
Syfte.....	6
Frågeställning.....	6
Hypoteser.....	6
Avgränsning.....	7
Material och metod.....	7
Litteraturstudie.....	7
Experimentell studie.....	8
Försöksupplägg.....	8
Förberedelse .....	9
Utförande.....	10
Resultat.....	14
Litteraturstudie.....	14
Blek ostronskivling ( <i>Pleurotus pulmonarius</i> ).....	14
Substrat och substratproduktion.....	15
Barrträd som substrat .....	18
Experimentell studie.....	19
Diskussion.....	22
Referenser.....	29

## Introduktion

Den här studien grundar sig i en förfrågan från SETRA (ett av Sveriges största företag inom träindustri) som undrade om det var möjligt att använda sågspån från gran (*Picea abies*) och tall (*Pinus sylvestris*) som substrat vid produktion av matsvampar. För att kunna svara på den frågan måste det finnas en förståelse kring svampodling, substrat för svampodling och marknaden kring odlad matsvamp i Sverige idag.

## Historia

Svamp kan för många kännas som en relativt ny och inte helt självklar del i kosten men faktum är att svamp har nyttjats till flertalet ändamål av människor i flera tusen år, till exempel som medicin eller i religiösa syften och inte minst som mat (Boa 2004). Tecken på att svamp användes som matsvamp finns först under antiken där matsvamp var en raritet för överklassen i Grekland och Italien där särskilt tryffel utmärker sig, dock var det då vildvuxen svamp som användes. De första bevisen på odling av matsvamp kommer från Kina där matsvamp odlades avsiktligt under Tangdynastin (618-907 e.Kr.) (Chang 1977). Ekmussling eller shiitake (*Lentinula edodes*) är en av de tidigast dokumenterade matsvamparna som odlades och odlingen skedde genom att återskapa svampens naturliga habitat vilket är fuktiga trästockar som täcktes med halm.

I Europa var champinjoner den först odlade matsvampen och ledande inom svampodlingen var Frankrike som under 1700-talet odlade champinjoner i underjordiska lokaler på komposterad hästgödsel och halm (Chang & Miles 2004). Från Frankrike spreds odlingen av champinjoner med hjälp av munkar till övriga Europa och allt sedan dess har champinjoner varit den överlägset dominerande matsvampen i västvärlden.

I Sverige var svamp ända till slutet av 1800-talet betraktad som fattigmansmat och ibland inte ens det eftersom många hellre svält än åt svamp (Hansson & Hansson

2014). Under 1900-talets början blev matsvamp allt mer accepterat, i Sverige, som en del i vardagshushållet, mycket till följd av att priset på svamp sjönk. Till en början konsumerades svamp främst som konserv men under 1900-talets senare del övergick konsumtionen allt mer mot färskkonsumtion.

## **Odling**

I och med att intresset för svamp ökade bland konsumenter, vilket skapade en svensk efterfrågan på matsvamp, och kunskaper om att svamp som tidigare bara plockats i dess naturliga habitat faktiskt kan odlas väcktes även intresset för att odla svamp i Sverige (Hansson & Hansson 2014). Den svenska odlingen av matsvamp tog fart i början av 1900-talet då flera odlare i Sverige utvecklade sin verksamhet för kommersiell odling av champinjoner och under en period i början 1900-talet var Sverige en av de största champinjonproducenterna i Europa (Hansson & Hansson 2014). Mot mitten av 1900-talet ökade konkurrensen från importerade champinjoner och då odlingen övergick från att vara ett hantverk till en mer storskalig industri tappade svenska producenter snabbt marknadsandelar till främst baltiska producenter. I samband med det gick många svenska svampodlare i konkurs.

Under 1900-talets senare del har intresset för att odla svamp åter ökat och de nu mer småskaliga odlarna har ofta specifika nischer för sin odling (Stridsberg & Tullander 2014). För att utveckla produktutbudet av matsvamp på den av champinjoner tämligen mättade marknaden introducerades vednedbrytande delikatesssvampar som ostronskivling (även kallad ostronmussling) och shiitake.

Under 2000-talets början har intresset för matsvamp fortsatt att öka och med introduktionen till allt fler alternativ inom kategorin matsvamp, parallellt med svampars nyttiga och miljövänliga aspekter, förväntas trenden med matsvamp fortsätta att öka (Stridsberg & Tullander 2014). Även om svensk odling av matsvamp idag är liten så finns det ett allt ökande intresse för matsvamp, med mer marknadsföring av lokalproducerad svamp så finns det idag stor potential för tillväxt inom den svenska svampodlingen.

## **Matsvamp som livsmedel**

Matsvamp är idag ett livsmedel som passar väl in i tiden av hälsotrender tack vare sitt låga energiinnehåll samtidigt som matsvampar är en god källa till mineraler, vitaminer och essentiella aminosyror (Stridsberg & Tullander 2014). Matsvampar faller också väl in i dagens trender av miljötänkande även om proteininnehållet i matsvampar inte kan jämföras med kött så är halten jämförbar med andra animalieprodukter och baljväxter (Chang & Miles 2004). Odlingen av matsvampar är också miljövänlig eftersom den kräver små resurser och i huvudsak bedrivs på restprodukter så som halm eller sågspån, där svampen bryter ned organiskt material för att tillgodogöra sig energi och näring. Då odlingen är klar kan dessutom kvarvarande substrat blandat med svampmycel användas som jordförbättring. I och med dessa aspekter kan odlad matsvamp räknas som ett livsmedel i kretslopp.

Utöver matsvampars hälsofrämjande och miljövänliga aspekter så är svamp även uppskattat kulinariskt. Särskilt för sin konsistens, som inte är densamma som hos andra livsmedel, och framför allt för sin smak där särskilt umami är framträdande.

## **Marknad för svensk odling av matsvamp**

Inom Sverige finns ett allt större intresse för svamp som livsmedel och på grund av den hittills tämligen långsamma utvecklingen bland svenska odlare av matsvampar så finns det även en stor utvecklingspotential. Förutom att matsvampar i sig själva är intressanta som ett annorlunda och spännande livsmedel så är svamp även intressant ur ett miljöperspektiv där en ökad konsumtion och produktion kan stärka hållbarheten inom livsmedelskedjan. De viktigaste faktorerna som gör att produktion av matsvamp är intressant ur ett miljöperspektiv är att odlingen naturligt passar i kretsloppsstrategier samtidigt som svamp är en relativt bra källa till protein och näring (Chang & Miles 2004).

Idag odlas omkring 100 arter av matsvampar världen över men av dem är det bara ett tiotal som odlas i stor skala (Stamets 2000). Av dessa 10-talet svampar odlas idag tre kommersiellt i Sverige och det är champinjoner (*Agaricus* spp.), ostronskivling (*Pleurotus* spp.) och shiitake (*Lentinula edodes*) (Stridsberg & Tullander 2014). Det



finns några kommersiella svenska odlare för de mer exotiska svamparna (ostronskivling och shiitake) och merparten av deras försäljning går direkt till restauranger, vilka är i framkant av intressevägen för matsvamp. Bland hobbyodlare är det vanligt med odling av mer exotiska svampar som korallticka (*Grifola frondosa*), igelkottstaggsvamp (*Hericiium erinaceum*) eller enoki (*Flammulina velutipes*) med flera.

I samband med matsvamp kategoriseras matsvamparna vanligtvis inom tre huvudgrupper vilka är kompostsvampar, vednedbrytande svampar och mykorrhizasvampar beroende på deras val av substrat och livscykel (Bååth 2012).

- Kompostsvampar som champinjoner och stolt fjällskivling växer som gruppen anger i kompost och odlas också i kompostblandningar.
- Vednedbrytande svampar som ostronskivling och shiitake är svampar som kan bryta ned och växa i trä. De flesta är saprofyter men enstaka parasitiska arter förekommer. De odlas ofta i påsar med sågspån men flera av dem odlas även på halm-baserade substratblandningar. Odling förekommer på stock internationellt men i Sverige endast inom hobbyodlingen.
- Mykorrhizasvampar som kantarell eller stensopp växer i symbios med olika värdträd och odlas i dagsläget inte i någon kommersiell skala och den försäljning som finns kommer från vildväxande svamp. Ett undantag till detta är tryffel som odlas genom ympning av värdträd exempelvis hassel eller ek som planteras på lämplig växtplats. Dock tar odlingen omkring 10 år innan skörd (Åkerman Denker 2018). I Sverige finns det något mer storskaliga tryffelodlingen på södra Gotland men enstaka tryffelträd kan även hittas i många trädgårdar i södra Sverige.

Den svenska marknaden av matsvamp domineras idag fortfarande av champinjon, där den svenska produktionen är på cirka 1200 ton/år vilket motsvarar 15 % av konsumtionen (Hansson & Hansson 2014). För att öka konsumtionen av delikatesssvampar exempelvis ostronskivling, som volymmässigt tangerar produktionen av champinjoner globalt men på hemmaplan förblivit marginell, krävs en förändring av konsumentvanor. Inom en sådan förändring finns många aspekter

som måste gå hand i hand men en av de viktigaste är att produktionen måste utvecklas för att minska kostnaderna så att priset blir i närheten av priset för champinjoner.

En viktig del i produktionsutvecklingen är att utveckla tillförlitlig metod för substrattillverkning (Hansson & Hansson 2014). Ett lands potential för storskalig svampproduktion är oftast beroende av det lokala organiska material som finns att tillgå för en tillfredsställande substratproduktion. Detta är sannolikt en av faktorerna till att det idag inte finns någon substratproduktion för kommersiell odling av matsvamp i Sverige, annat än den som en del odlare gör själva. Därmed är stora delar av den svenska matsvampsproduktionen helt beroende av utländska företag för sin svampproduktion, och det transporteras mycket organiskt material som vi redan har gott om i Sverige, vilket kan verka onödigt.

### **Blek ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*)**

Blek ostronskivling är en basidiomycet inom gruppen vitrötesvampar vilka är specialiserade på att bryta ned lignin och är en viktig aspekt till att de kan växa på trä (Emberger 2008). Blek ostronskivling är en saprofytt som vanligtvis påträffas på lövträd men har i enstaka fall påträffats på barrträd. Ostronskivling (*Pleurotus* spp.) är ett av de mest odlade släktena av svamp i världen och den odlas i stor utsträckning i Kina, Japan, Indonesien och USA. Ostronskivling introducerades i Sverige under mitten av 1980-talet och den har blivit mycket omtyckt i och med sin milda men samtidigt aromatiska smak och breda användningsområde (Svenska svampodlarföreningen 2014).

Ostronskivlingens livscykel består i korthet av följande delar. Sporer sprids med hjälp av vind, insekter eller djur till en lämplig växtplats, ett stycke död ved på levande eller dött träd av lämpligt trädslag (Crosby & Fungi Ally 2016). Där grov svampsporen och bildar ett mycelium vars funktion är att utvinna näring och energi ur omgivande substrat och i en förlängning sprida sig ut genom det omgivande substratet. Svampmycelet bryter ner det organiska materialet och använder energin till sin egen metabolism. Nedbrytningen av omgivande trä gör svampmycelet genom

att exudera enzymer som bryter ned strukturer som lignin, cellulosa och hemicellulosa till olika kolhydrater och aminosyror som är tillräckligt små för att svampmycelet ska kunna absorbera dessa. Efter en tid och då omgivande förhållanden är gynnsamma, temperatur på 15-20 °C och den relativa fuktigheten är på 90-95 %, bildar mycelet fruktkroppar (det som vi vanligtvis ser som svampen) som står för sexuell reproduktion samt skapande och spridande av nya sporer (Crosby & Fungi Ally 2016; Mycelia 2018).

## Syfte

Syftet med studien var att utreda möjligheten att använda sågspån från gran (*Picea abies*) som odlingssubstrat vid odling av blek ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*).

## Frågeställning

Den huvudsakliga frågeställningen är: Går det att odla fruktkroppar av blek ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*) på ett granbaserat odlingssubstrat?

## Hypoteser

Den huvudsakliga hypotesen är att det går att odla fruktkroppar av blek ostronskivling på ett granbaserat odlingssubstrat.

Inom studiens experimentella del jämförs odlingssubstrat baserade på gran med odlingssubstrat baserade på al.

Vidare delhypoteser är att:

- odlingssubstrat baserat på al kommer att producera mest och snabbast eftersom det är ett rekommenderat odlingssubstrat vid odling av många matsvampar.

- odlingssubstrat baserat på gran kommer att producera minst och långsammast eftersom barrträd som substrat inte rekommenderas till matsvampsodling.
- odlingssubstrat med lika delar gran och al kommer att producera bättre än de granbaserade odlingssubstraten men sämre än de albaserade odlingssubstraten.
- odlingssubstrat baserat på gran men med extra tillsats av kväve, se nedan, är något av en joker men borde producera bättre än granbaserade odlingssubstrat men sämre än albaserade odlingssubstrat.
- steriliseringsmetoden autoklivering kommer att ge bättre resultat än pastörisering eftersom autoklivering har en större potential för att döda kontaminerande mikroorganismer.

## **Avgränsning**

I samband med svampodling är det många olika aspekter som integrerar med varandra ända ner till svampars enzymatiska funktioner till substratets genetiska faktorer. Men eftersom en fullständig studie skulle sträcka sig långt bortom den förväntade omfattningen av ett kandidatarbete har jag valt att fokusera studien kring de grundläggande aspekterna kring svampodling och substratframställning.

## **Material och metod**

### **Litteraturstudie**

För att kunna ge svar på frågeställningen har jag inom en litteraturstudie studerat vetenskapliga artiklar, facklitteratur och något jag kallar branschlitteratur (faktablad, varuinformation, etc.). Vid sökning av vetenskapliga artiklar användes främst *Google Scholar* då jag finner den sökmotorn användarvänlig och den ger en bra överblick över kunskapsområdet. Exempel på sökord som användes var *Pleurotus pulmonarius*, *svamp*, *Picea abies*, *gran*, *sågspån*, *odling*, *odlingssubstrat* samt

engelska översättningar av dem. Jag tyckte till en början att det var svårt att finna relevant information på en vetenskaplig nivå eftersom mycket av informationen kring mykologi (läran om svampar) idag tycks härstamma från odlingspraxis snarare än på forskningsresultat.

Fokus låg på blek ostronskivling, hur odling av blek ostronskivling går till kommersiellt, vilka substrat som används samt hur de substrat som odlarna använder idag skiljer sig från sågspån av gran.

Särskilt betydelsefull var boken ”*Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms*” skriven av Paul Stamets, amerikansk veteran inom svampodling och mykolog, för att förstå komplexiteten kring svampodling samt vilka aspekter som mer än andra påverkar resultatet kring svampodling.

## **Experimentell studie**

### **Försöksupplägg**

I den här studien undersöktes möjligheten av att odla fruktkroppar av blek ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*) i ett substrat baserat på sågspån från gran (*Picea abies*) och en jämförelse gjordes med sågspånssubstrat baserat på al (*Alnus glutinosa*).

Valet av blek ostronskivling som svamp och gran som barrträdssubstrat bygger på en förstudie av Jonatan Sundelin (2018) där tillväxthastigheten av ostronskivling (*Pleurotus ostreatus*) och blek ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*) på substrat av tall (*Pinus sylvestris*), gran (*Picea abies*) och al (*Alnus glutinosa*) i olika kombinationer jämfördes. Resultatet av den studien visade att blek ostronskivling växte bättre än ostronskivling (*Pleurotus ostreatus*) på sågspån av barrträd samt att den växte snabbare på gran än på tall. I samband med den studien bestämdes även kol/kväve kvoten i sågspånen från gran och al samt i vetekli genom ”Organic Elemental Analyzer 2000” (Thermo Scientific, USA) vilket visade att al hade omkring tio gånger högre kvävehalt i veden än gran, se tabell 1.

Tabell 1. Kolinnehåll och kväveinnehåll i sågspån av al och gran samt vetekli i procent med två decimalers noggrannhet.

	<b>C (%)</b>	<b>N (%)</b>
<b>Al</b>	46,88	<b>0,22</b>
<b>Gran</b>	47,25	<b>0,02</b>
<b>Vetekli</b>	42,04	1,84

I den här studien användes 3 varianter av substratblandningar enligt Stamets recept för svampodling i sågspån (Stamets 2000).

Svamps substratblandning baserad på sågspån enligt Stamet.

Torrvikter i volymprocent.

73.0 % sågspån

24.6 % vetekli

2.4 % CaSO<sub>4</sub>

Fukthalten var 65 %

Dessutom användes en modifierad substratblandning av gran enligt Stamets recept för svampodling i sågspån där andelen vetekli hade korrigerats upp så att den var densamma som i substratblandningen baserad på alspån.

Torrvikter i volymprocent.

64.6 % sågspån

33.0 % vetekli

2.4 % CaSO<sub>4</sub>

Fukthalten var 65 %

### **Förberedelse**

- Färsk sågspån från gran torkades i välventilerade papperspåsar i ett torkskåp på 60 °C i cirka tre dygn. Spånets rördes om i påsarna en gång per dygn för att få en homogen och snabbare torkning.
- Flis från al mixades, i mixer av vanlig köksmodell, till dess att storleken överensstämde med gran-sågspånets storlek.

## Utförande

- Odlingssubstrat, med torrt sågspån av gran respektive al (figur 1), gjordes enligt Stamets recept och Stamets modifierade recept till en total massa på 500 gram per odlingspåse.



*Figur 1. Torrt sågspån av gran (till höger) respektive al (till vänster) (Fotograf Jonatan Sundelin)*

- Odlingssubstraten gjordes i två omgångar, ett där steriliseringsmetoden var pastörisering och ett där steriliseringsmetoden var autoklivering.
- Inom varje omgång gjordes tre replikat av fyra olika odlingssubstrat.
  - Al - All sågspån av al.
  - Gran/al (1:1) - Lika delar sågspån av gran som al.
  - Gran - All sågspån av gran.
  - Gran + N, (korrigerad för kväve) - Enligt Stamets modifierade recept.
- Fyra substratvarianter med två steriliseringsmetoder blev åtta behandlingar och tre replikat av varje, det vill säga 24 stycken påsar med odlingssubstrat totalt.
- Först vägdes de torra ingredienserna upp och blandades samman i plasthinkar.
- Därefter fördelades odlingssubstratet mellan i odlingspåsar, 175 gram i varje och märktes med substratblandning och steriliseringsmetod (pastöriserad respektive autokliverad).

- Till replikaten märkta ”pastöriserad” tillsattes 325 gram destillerat vatten så att totalvikten blev 500 gram varpå de förslöts, tillfälligt, och placerades i värmeskåp på 65 °C i 24 timmar.
- Efter 24 timmar i torkskåp kontrollvägdes replikaten märkta ”pastöriserad” och korrigerades (för avdunstning) med autoklaverat vatten så de åter vägde 500 g.
- I samband med att de pastöriserade kontrollvägdes autoklaverades replikaten märkta med ”autoklaverad” på 120 °C i 20 minuter varefter 325 gram autoklaverat vatten tillsattes så att totalvikten blev 500 gram.
- Därefter tillsattes 60 gram svampinokulum (sterila rågkärnor med 4 % kalciumkarbonat och 2 % kaliumsulfat (torrvikt/torrvikt) ympat med blek ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*), från Ecofungi Sverige, som fått växa vid 27 °C i 18 dagar) till varje påse med odlingssubstrat.
- Sedan förseglades påsarna med hjälp av påsförseglare och de färdiga påsarna med odlingsreplikat (figur 2) placerades i ett ventilerat odlingsrum inställt på 24 °C och 65 % luftfuktighet och i mörker.



*Figur 2. Färdigblandade och förseglade påsar med odlingssubstrat precis innan de placerades i odlingsrum. (Fotograf Jonatan Sundelin)*

- 13 dagar efter försöksstart var substratpåsarna helt igenomväxta av svampmycel och tecken på fruktkropps bildning började synas (figur 3).





*Figur 3. Substratpåsar med substrat helt igenomväxt av svampmycel. (Fotograf Jonatan Sundelin)*

- Fruktkroppssättning inducerades genom att sänka temperaturen till 17 °C, höja luftfuktigheten till 90 % samt ställa in lysrörsbelysning på åtta timmar per dygn.
- 19 dagar efter försöksstart genomfördes ett första skördetillfälle och skörd kunde då tas och vägas in från några av påsarna med gran/al samt gran + N, se tabell 2.
- Efter ytterligare sju dagar (26 dagar efter försökets inledande) genomfördes ett andra skördetillfälle och skörd kunde då tas från samtliga odlingspåsar (figur 4).



*Figur 4. Skördeklara fruktroppar av blek ostronskivling 26 dagar efter försöksstart. (Fotograf Jonatan Sundelin)*

- Varefter försöket för den här studien avbröts och resultat sammanställdes till tabell 2.
- Försöket tilläts fortsätta utanför den här studien och skörd fortsatte att tas ut.
- Statistik på resultatdatan, se tabell 2, beräknades i programmet Minitab 17 Windows. “One-way Anova” följt av “Tukey's multiple comparison test” kördes för att testa behandlingarnas effektivitet med en signifikansnivå på  $p < 0,05$ .
- Mycelia (2018) som är en stor producent och försäljare av svampinokulum till produktion av matsvamp hävdar att den biologiska effektiviteten (BE) för blek ostronskivling är på mellan 200 och 250 gram säljbar svamp per kilo färskt substrat, baserat på halm (vete) eller sågspån av lövträd, vilket ger BE på 57 till 71 %. Utifrån detta beräknades BE för odlingssubstraten i det experimentella försöket, se tabell 2, och resultatet presenteras i tabell 3.

# Resultat

## Litteraturstudie

### Blek ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*)

Inom odling anses ostronskivling som lättodlad mycket tack vare att den ger skörd på ett stort antal olika substrat (Sánchez 2009). Vanligtvis odlas den på spån från lövträd eller på halm men även ett stort antal andra substrat har prövats, dock med varierande resultat. Odlingen av blek ostronskivling är tacksam när det kommer till styrning med temperatur och fuktighet där den, som andra liknande svampar, har vissa preferenser men ändå kan samarbeta även om odlaren missar preferenserna lite (Mycelia 2018). Blek ostronskivlings preferenser vid:

- tillväxt av mycel: lufttemperatur 20-22 °C, substrattemperatur 25-30 °C och relativ luftfuktighet 65 %.
- inducering av fruktkroppar: temperatur 15-20 °C och relativ luftfuktighet 90-95 %.
- fruktkroppsbildning: temperatur 15-18 °C (23-32 °C), relativ luftfuktighet 85 %, belysning 800-1500 lux och koldioxidkoncentration i luften mindre än 1000 ppm.

Blek ostronskivling ger vanligtvis genom 2-3 skördar, så kallade ”flusher”, varefter tillväxthastigheten sjunker till en nivå som inte är ekonomiskt hållbar eller trycket från patogener, se substrat och substratproduktion, blivit så stort att svampens produktkvalitet inte kan säkras (Mycelia 2018; Mushroom Mountain 2017).

Odlingen av blek ostronskivling idag går i korthet till på följande vis (Hansson & Hansson 2014; Stridsberg och Tullander 2014; Stamets 2000). Odlingssubstrat görs av halm eller sågspån vilket blandas med en kvävekälla, till exempel lusern eller vetekli samt vattnas upp till omkring 65 % fukthalt. Substratet paketeras i odlingspåsar med lufthål, för gasutbytet, och steriliseras för att döda konkurrerande svampar och andra mikroorganismer, vanligast genom pastörisering. Efter sterilisering tillåts substratet svalna varefter svampen inokuleras i form av en mycelkultur kallad ”spawn”. Påsarna placeras i odlingsrum med specifik temperatur och fuktighet till dess att substratet i påsen är helt koloniserat av svampmycel. Då

substratet är helt genomväxt av svampmycel skärs påsarna upp med jämna mellanrum (det är i hålen som fruktkropparna bildas) och fruktkroppsbildningen induceras genom förändring i temperatur och luftfuktighet. Fruktkropparna tillåts sedan växa till under specifika klimatförhållanden, se ovan. Skörd sker manuellt då fruktkropparna är mogna, 2-3 flusher kan vanligtvis tas ut från samma substratomgång innan substratet kasseras. Eftersom tillredningen av odlingssubstrat och inympningen av svampmycelet kräver hög hygienisk säkerhet är det många odlare som beställer färdigblandat och redan inokulerat substrat från stora kommersiella tillverkare, i exempelvis Belgien eller Tyskland, för att sedan odla fram fruktkropparna själva. Ett fåtal odlare blandar sitt eget substrat.

### **Substrat och substratproduktion**

Blek ostronskivling är en generalist med förmåga att etablera sig i och snabbt tillväxa i många olika substrat (Stamets 2000). Även om tillväxt är möjlig på de flesta lignocellulosamaterial så påverkas produktionen av skördedugliga fruktkroppar i stor utsträckning av substratets sammansättning och vilken stam av svampen som används.

Kommersiell odling av blek ostronskivling sker idag på allt från trästockar (ej i Sverige) till halm, och försök har även gjorts med odling på en mängd olika restprodukter (Hansson & Hansson 2014; Stamets 2000). Substrat inom kommersiell odling av blek ostronskivling idag är i huvudsak baserade på halm som berikats med lusern efter det recept som Paul Stamets beskriver i sin bok "Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms". Även sågspån används i viss utsträckning och även om recepten för hur substraten ska blandas är företagshemligheter så har de alla några huvudingredienser som är gemensamma.

Ett svampsubstrat består av ett bulkmaterial (halm, trä) som ger näring, framför allt en kolkälla, och struktur åt svampen (Stamets 2000). Strukturen är viktig för att ge rätt förhållanden av fukthalt och gasutbyte. Eftersom de flesta bulkmaterial ofta är kvävefattiga tillsätts någon form av kvävegiva exempelvis lusern eller vetekli. Ofta tillsätts även kalk eller gips för att få rätt pH, vilket för blek ostronskivling ligger på

mellan 5 och 6, så att svampmycelet trivs samt vatten för att få rätt fukthalt, för blek ostronskivling 65 % (Chang & Miles 2004; Stamets 2000). När bulkmaterialet består av halm föredrar många odlare vetehalm då det är lättillgängligt och billigt men även halm från andra sädesslag fungerar bra. Näringsmässigt skiljer sig inte halmen från olika sädesslag så mycket att det påverkar svamptillväxten, dock kan fukthalten påverkas med halmens olika densitet och vattenhållande förmåga. Där bulkmaterialet är av trä finns det väldigt många träslag att välja på och många blandningar mellan dem. Dock är svampodlare tämligen överens om vilka träsläkter som är att föredra framför andra vid odling av vednedbrytande svampar. De mest rekommenderade träsläkterna för användning som substrat vid svampodling av vednedbrytande svampar är relativt vanligt förekommande lövträd inom träsläkterna *Acer*, *Alnus*, *Betula*, *Fagus*, *Fraxinus*, *Populus*, *Quercus*, *Salix*, *Tilia* och *Ulmus* (Nicolini 2018; Stamets 2018; Thompson & Morgan 2018; Vaughan 2018). Träslag som svampodlare avråder från att använda som substrat vid odling av matsvamp är fruktträd och barrträd. Det finns några svampar som går att odla på barrträd, till exempel svavelticka (*Laetiporus sulphureus*) som har odlats på douglasgran (*Pseudotsuga menziesii*) och gran (*Picea* spp.). Blek ostronskivling har odlats på douglasgran, gran, ädelgran (*Abies* spp.) och tall (*Pinus* spp.). Dock var dessa fall inte på sågspån utan på stock vilket tar lång tid och i dagens läge inte är ekonomiskt hållbart (Stamets 2018).

För att svampmycelet så snabbt som möjligt ska kunna kolonisera hela substratmängden i en odlingspåse måste så stor del som möjligt av odlingssubstratet vara tillgängligt för svampen (Stamets 2000). Odlingssubstratets egenskaper är dock inte bara lämpliga för den odlade svampen utan även för bakterier och andra svampar. Framför allt mögelsvampar, som gärna koloniserar odlingssubstratet och växer där i konkurrens med den odlade svampen, vilket minskar svampens produktivitet. Dessa organismer som konkurrerar om odlingssubstratet är att betrakta som kontaminerande organismer och de koloniserar ofta substratet genom att finnas där från början eller under hanteringen av substrattillverkningen.

För att så mycket som möjligt minska risken för biologisk kontamination i odlingssubstratet tillverkas det under hög hygienisk säkerhet, utöver det värmebehandlas substratet även antingen genom pastörisering (ofullständig sterilisering) eller sterilisering (fullständig sterilisering), genom autoklivering, beroende på riskbilden och tillgängliga resurser (Mycelia 2018; Hansson & Hansson 2014; Chang & Miles 2004; Stamets 2000). Autoklivering som steriliseringsmetod anses som säkrare eftersom den helt avlägsnar befintliga kontaminerande organismer där en del kontaminerande svampsporer kan överleva även mycket lång pastöriseringstid. Däremot kräver den mer specialiserad utrustning och är svårare, särskilt för stora volymer, än pastörisering. Svårigheten att autoklavera stora volymer gör att det idag är vanligast med pastörisering vid tillverkning av svampodlingssubstrat kommersiellt.

En annan faktor som påverkar hur väl steriliserat odlingssubstratet måste vara är hur snabbt den avsiktligt odlade svampen koloniserar ett substrat (Chang & Miles 2004; Stamets 2000). Målet är att den avsiktligt odlade svampen ska bli dominant och på så vis ha möjlighet att konkurrera ut kontaminanter, blek ostronskivling som är snabbväxande och aggressiv i sin kolonisation är i sammanhanget tillräckligt stark för att pastörisering, på minst 62 °C i fyra timmar, ska vara tillräckligt (Mycelia 2018).

Då odlingssubstratet är blandat och steriliserat inokulerar många kommersiella producenter av svampodlingssubstrat svampmycel som är uppförökat på kärnor av sädeslag, exempelvis vete eller råg, som blandas in i odlingssubstratet (Stamets 2000). Därefter förseglas balarna/påsarna med odlingssubstrat och är sedan klara att skickas till kunden för framodling av fruktkropparna (Hansson & Hansson 2014).

Vid val av material till odlingssubstrat är det eftertraktat att kunna bedöma odlingssubstratets lämplighet för att användas till svampodlingen (Chang & Miles 2004). Det vanligaste sättet att göra det på är att beräkna odlingssubstratets biologiska effektivitet (BE) som är ett kvantitativt mått på avkastning. BE beskriver hur stor del av biomassan i odlingssubstratet som har omsatts till svamp. BE

beräknas genom att massan färsk svamp divideras med massan (torrvikt) odlingssubstrat som används för att producera svampen multiplicerat med 100 och enheten blir då i procent.

$$BE = \frac{\text{färskvikt svamp}}{\text{torrvikt substrat}} \times 100$$

Då flera skördar, så kallade ”flusher”, ofta kan tas från samma block odlingssubstrat beräknas BE för den totala massan odlad svamp (Stamets 2000).

### **Barrträd som substrat**

En teori om varför vednedbrytande svampar växer bra på lövträd men nästan inga klarar att växa på barrträd är att en av barrträds försvarsmekanismer mot patogener, till skillnad från lövträd, är att impregnera sin ved med kåda. Kåda är ett kolvätesekret som innehåller höga halter av terpenener och fenoler, och har till uppgift att läka sår och skador på trädet samt förhindra eller försvåra angrepp av patogener. Barrträds ved är impregnerad med kåda även efter att trädet dött vilket försvårar kolonisation av exempelvis vednedbrytande svampar, vilket gör det svårt för många svampar att växa på barrträd (Zhao 2011; Bergström 1998). Det tycks vara lättare för svamp att växa på gran än på tall vilket kan bero på att granens ved generellt innehåller omkring 0,2-0,4 % kåda medan tallved innehåller så mycket som 2-4 % kåda, halterna varierar mycket beroende på art och växtsätt (Bergström 1998).

En annan teori om varför vednedbrytande svampar föredrar lövträd framför barrträd skulle kunna vara vedens kväveinnehåll. Inom svampodlingen är tillgången på kväve ofta en begränsande faktor i svampens tillväxt. Ett uppskattat trädsläkte som substrat vid odling av vednedbrytande matsvampar är al (*Alnus* spp.) vilket kan bero på alens höga kväveinnehåll. Arter inom alsläktet är kvävefixerare vilket oftast leder till ett högre kväveinnehåll i veden hos alträd jämfört andra trädslag. Al innehåller i snitt dubbelt så hög halt kväve i sin ved som ved av barrträd vilket kan inverka på svampars tillväxthastighet (Huhtinen 2006).

## Experimentell studie

Enligt den ursprungliga planen skulle mycelet behöva minst två veckor för att helt växa igenom substraten innan fruktsättningen kunde inledas. Dock visade det sig efter bara ett par dagar att mycelet växte genom substratet fortare än beräknat och fruktsättningen inleddes redan efter 13 dagar.

Resultaten visar att fruktkroppar bildades snabbast i substrat med Gran/Al samt Gran + N och tendensen var att pastöriserat odlingssubstrat gav fruktkroppar snabbare än autoklaverat odlingssubstrat (se tabell 2).

Den totala vikten fruktkroppar varierade mycket mellan de olika behandlingarna. Den största totalvikten producerades på Gran + N, 90,7 g, och den minsta på al, 7,3 g (se tabell 2). Det var också en stor variation inom varje behandling och därför blev det ingen signifikans mellan behandlingarna (se tabell 2).

Resultaten för beräkningen av biologisk effektivitet (BE) (se tabell 3) visade att odlingssubstraten Gran + N hade bäst BE medan Al hade sämst BE.



Tabell 2. Skörderesultat i gram för varje odlingsreplikat. P står för pastöriserat och A står för autoklaverat. Siffrorna 1, 2 och 3 står för de enskilda replikaten av substratblandningarna samt steriliseringsmetod.

		<b>23:e April</b>	<b>30:e April</b>	
<b>Substratvariant</b>	<b>Steriliseringsvariant</b>	<b>Dag 19</b>	<b>Dag 26</b>	<b>Summa replikat</b>
Al	P 1		7,3	
Al	P 2		14,3	
Al	P 3		24,8	46,4
Al	A 1		58,6	
Al	A 2		19,1	
Al	A 3		42,0	<b>119,7</b>
Gran/Al (1:1)	P 1	24,8	46,8	
Gran/Al (1:1)	P 2	50,4	7,4	
Gran/Al (1:1)	P 3	49,6	5,9	184,9
Gran/Al (1:1)	A 1	41,0	23,1	
Gran/Al (1:1)	A 2		54,2	
Gran/Al (1:1)	A 3		18,5	<b>136,8</b>
Gran + N	P 1	19,5	37,6	
Gran + N	P 2	36,9	22,0	
Gran + N	P 3		17,2	133,2
Gran + N	A 1		14,9	
Gran + N	A 2		90,7	
Gran + N	A 3		90,2	<b>195,8</b>
Gran	P 1		27,0	
Gran	P 2		47,1	
Gran	P 3		4,3	78,4
Gran	A 1		76,6	
Gran	A 2		34,3	
Gran	A 3		70,8	<b>181,7</b>
Summa		<b>222,2</b>	<b>854,7</b>	<b>1076,9</b>

Tabell 3. Biologisk effektivitet (BE) i procent för varje odlingsreplikat. P står för pastöriserat och A står för autoklaverat. Siffrorna 1, 2 och 3 står för de enskilda replikaten av varje substratvariant samt steriliseringsmetod. Svamp färskvikt är den totala färskvikten från samtliga skördetillfällen.

Substratvariant	Steriliseringsvariant	Svamp färskvikt (g)	Substrat torrsvikt (g)	BE (%)
Al	P 1	7,3	175,0	4,2
Al	P 2	14,3	175,0	8,2
Al	P 3	24,8	175,0	14,2
Al	A 1	58,6	175,0	33,5
Al	A 2	19,1	175,0	10,9
Al	A 3	42,0	175,0	24,0
Gran/Al (1:1)	P 1	80,6	175,0	46,1
Gran/Al (1:1)	P 2	57,8	175,0	33,0
Gran/Al (1:1)	P 3	55,5	175,0	31,7
Gran/Al (1:1)	A 1	64,1	175,0	36,6
Gran/Al (1:1)	A 2	54,2	175,0	31,0
Gran/Al (1:1)	A 3	18,5	175,0	10,6
Gran + N	P 1	57,1	175,0	32,6
Gran + N	P 2	58,9	175,0	33,7
Gran + N	P 3	17,2	175,0	9,8
Gran + N	A 1	14,9	175,0	8,5
Gran + N	A 2	90,7	175,0	<b>51,8</b>
Gran + N	A 3	90,2	175,0	<b>51,5</b>
Gran	P 1	27,0	175,0	15,4
Gran	P 2	47,1	175,0	26,9
Gran	P 3	4,3	175,0	2,5
Gran	A 1	76,6	175,0	43,8
Gran	A 2	34,3	175,0	19,6
Gran	A 3	70,8	175,0	40,5

## Diskussion

Då den experimentella studien inleddes fanns dels en plan för studiens genomförande grundad på odlingspraxis dels en hypotes om hur resultatet borde blivit. Det visade sig dock under studiens genomförande att planen inte riktigt höll, samt att resultatet inte blev som förväntat.

Att bildning av fruktkroppar kunde inledas redan före omställningen av temperatur och luftfuktighet ändrats, vilket vanligtvis är nödvändigt för bildande av fruktkroppar, beror på att *Pleurotus pulmonarius* inte har så specifika preferenser för omställning till bildande av fruktkroppar som många andra matsvampar (Mycelia 20018; Mushroom Mountain 2017). Det är en av orsakerna till att *Pleurotus pulmonarius* anses vara tämligen lättodlad.

Det faktum att mycelet växte genom substratblandningarna snabbare än förväntat berodde troligen till stor del på mängden svampinokulum som användes. Vid kommersiell odling av *Pleurotus pulmonarius*, och liknande matsvampar, är det vanligt att odlaren (eller substrattillverkaren) inokulerar med svampinokulum motsvarande två till fyra viktprocent av substratvikten men i den här studien användes dock tolv viktprocent svampinokulum. Den relativt stora mängden svampinokulum gav fler tillväxtpunkter för mycelet i substraten vilket ökade hastigheten för mycelet att växa igenom substraten samt förkortade tillväxttiden.

Anledningen till att en större mängd svampinokulum användes än vad som är praxis vid kommersiell odling var att studiens praktiska del hade en snäv tidsram (fem till sex veckor) för genomförande. Den stora mängden svampinokulum skulle förkorta odlingstiden något så att tidsramen kunde hållas.

En snabbare genomväxt av mycelet är dock ingen nackdel eftersom en snabbare tillväxt leder till kortare omloppstid och en mindre risk för problem med kontaminerande mikroorganismer. Så om bara en liten del av den ökade

tillväxthastigheten berodde på andra faktorer än mängden svampinokulum så bör det ses som en fördel.

Vid kommersiell matsvampsodling är det vanligt att skörd tas ut en till tre gånger i så kallade "flusher" då all skörd tas ut. Efter varje skördeomgång (flush) stimuleras ny myceltillväxt och efter två till tre veckor initieras fruktkropps bildning på nytt med förändrad temperatur och luftfuktighet. Den snäva tidsramen gjorde att endast den första flushen kunde skördas varför beslut fattades att fruktkroppar skulle skördas kontinuerligt i takt med att de bildades fram tills studien avslutades. Detta gav inte svampmycelet någon uppladdningsperiod mellan skördeuttagen vilket kan ha påverkat det totala skördeutbytet.

Inom kommersiell matsvampsodling anses albaserade odlingssubstrat som fördelaktiga medan granbaserade odlingssubstrat inte alls rekommenderas. Utifrån detta var hypotesen från början att substratvarianten med al skulle producera mest och snabbast, substratvarianten med gran skulle producera minst och långsammast och att substratblandningen med gran och al i förhållande 1:1 skulle producera en mängd mellan mängden från al och mängden från gran samt medelsnabbt. Sedan fanns även substratvarianten med gran och korrigerat kväveinnehåll som förväntades producera bättre än substratvarianterna baserade på gran men sämre än substratvarianterna baserade på al.

Resultatet från det första skördetillfället (efter 19 dagar) visar dock att substratblandningen med gran/al blandning producerade mest och snabbast tätt följt av substratvarianten med enbart gran och korrigerat kväve.

Vid det andra skördetillfället (efter 26 dagar) hade de andra substratvarianterna också kommit igång. De två substratvarianter som gett skörd först gav här mindre skördeutbyte än flera andra substratvarianter vilket var väntat eftersom de redan använt en del av sina resurser till den första skörden dock stämde hypotesen fortfarande inte. Substratblandningarna med endast al hade visserligen börjat producera fruktkroppar men samtliga substratblandningar med gran producerade

mer. Hypotesen att korrigerat kväve till gran skulle ge en högre skörd jämfört granspån utan tillsatt kväve visade sig stämma. Däremot höll inte hypotesen att alspån i sig är ett bättre svampsubstrat jämfört gran när kvävetillgången är densamma.

Skördeutbytet mellan de olika substratvarianterna skilde sig mycket från den förväntade att hypotesen. En förklaring skulle kunna vara att odlingssubstraten baserade på al var för kompakta eftersom sågspånet från al hade en mindre volym än sågspånet från gran vilket kan ha påverkat gasutbytet negativt för odlingssubstraten baserade på al. Det kan också vara så att de temperatur- och luftfuktighetsförhållanden som rådde i den här studien lämpade sig bättre för granbaserade odlingssubstrat än för albaserade odlingssubstrat, men i så fall krävs ytterligare studier. En mycket intressant men kanske våghalsig aspekt är att påstå att dagens experter på odling av matsvamp och dagens odlingspraxis har fel då de påstår att al är utmärkt medan gran är knappt tjänligt som odlingssubstrat för matsvamp. Jag vill inte gå riktigt så långt som att påstå att de har fel men ändå visa på att det kan vara värt att tänka om kring gran som odlingssubstrat eftersom det uppenbarligen går att odla matsvamp på granbaserade odlingssubstrat, särskilt om man tillsätter en kvävekälla.

Jämförelsen i biologisk effektivitet (BE) mellan substratvarianterna visar på att de flesta substratreplikaten med al (utan inblandning av gran) klart underpresterade och att substratreplikaten med endast gran (utan tillsats) som förväntat hade en något låg BE. Samtidigt visade sig de flesta substratreplikaten med gran/al och gran + N ha en utmärkt BE där särskilt replikaten gran + N A 1 respektive A 2 excellerade med en BE på över 50 %. Man kan då tänka vadå ”utmärkt” och ”excellerade” inget substratreplikat var inom det förväntade spannet på 57 – 71 %, men man måste komma ihåg att detta endast var från den första flushen och att om ytterligare två flusher hade kunnat skördas hade procentsatsen för substratreplikaten med högst BE hamnat kring 150 %. Vilket inte är någon omöjlighet eftersom BE för ostronskivling under närmast perfekta odlingsbetingelser kan uppgå till omkring 200 % (Stamets 2000).

I studien användes två olika steriliseringsmetoder av substratblandningarna. Pastörisering som är den vanligare steriliseringsmetoden kommersiellt eftersom den fungerar för stora volymer och är relativt billig. Autoklivering som ansågs mer gediget men är dyrare och mer komplicerad, särskilt för stora volymer. Hypotesen var att resultatet skulle bli bättre med autoklivering som steriliseringsmetod eftersom risken för kontaminerande mikroorganismer framför allt andra svampar borde vara lägre med autokliverat substrat än med pastöriserat substrat. Pastörisering dödar visserligen många mikroorganismer men det finns svampsporer som klarar även mycket lång pastöriseringstid. Hypotesen stämde inte alls vid det första skördetillfället men vid det andra skördetillfället hade resultaten rättat sig efter hypotesen eftersom de flesta substratvarianterna producerade bättre för autoklaverade än för pastöriserade.

En del kontaminering av framför allt mögelsvampar förväntades eftersom själva tillverkningen av substraten inte kunde göras under helt sterila förhållanden samt eftersom odlingsrummet inte heller var fullständigt sterilt. Förhoppningen var dock att mycelet av *Pleurotus pulmonarius* skulle tillväxa så fort att det konkurrerade ut andra svampar. Kontaminering av mögel uppstod under mycelkolonisationen men endast i den övre delen av odlingspåsen där det fanns substratrester kvarvarande från paketeringen av substratet men där mycelet av *Pleurotus pulmonarius* inte fanns. Under fruktkroppsbildningen kunde grönmögel återfinnas på små utvecklade fruktkroppar men inte alls på de utvecklade fruktkropparna vilka är av skördeintresse.

Slutsatsen av den experimentella delen av studien blir att det faktiskt är möjligt att odla matsvamp i form blek ostronskivling (*Pleurotus pulmonarius*) i ett granbaserat odlingssubstrat.

Försöket från den här studien visar att det går att odla blek ostronskivling på sågspån av gran men det finns flera frågor som fortfarande måste utredas innan den kunskapen kan appliceras i en substratproduktion. Bland dessa frågor finns

sågspånets struktur. Sågspån har ingen exakt storlek utan består vanligtvis av en blandning av damliknande pulver till flera centimeter stora bitar. Vilken storlek passar bäst i ett svampsubstrat? Det finns inget enkelt svar på den frågan eftersom svamp kan växa fortare om substratet har en stor för mycelet tillgänglig yta vilket förordar små substratbitar, men om substratbitarna är för små kan substratet bli för kompakt så att gasutbytet hämmas vilket bromsar mycelets tillväxt. En blandning av alla olika fraktioner är det som idag verkar fungera bäst (Stamets 2000).

En annan aspekt som borde diskuteras är om det finns risk för att sågspån innehåller för höga halter av tungmetaller eller andra hälsovådliga ämnen som konsumenter kan få i sig via matsvampar. Svampar är nämligen bra på att ackumulera ämnen som annars är spridda i dess växtmiljö. Detta är dock en fråga som borde gälla alla material till svampsubstrat samt något som borde kunna bevakas och regleras genom certifiering.

Så om vi då återkommer till frågan varför det inte redan finns en svensk substratproduktion av odlingssubstrat för svampodling. Svaret ligger närmast i att det idag finns för få svenska svampproducenter för att göra en svensk substratproduktion lönsam samt att det är svårt att konkurrera med utländska företag. En svensk substratproduktion skulle gynnas av möjligheten till granbaserade odlingssubstrat. Startandet av en svensk substratproduktion skulle också gynna utvecklingen av den svenska svampodlingen liksom utvecklingen av den svenska svampodlingen skulle gynna startandet av en svensk substratproduktion, problemet är ett moment tjugotvå.

Istället bromsas utvecklingen av svensk svampodling i avsaknad av lokal substratproduktion och odlare förblir fortsatt beroende av utländska substratproducenter. Om inte svensk svampproduktion tar för sig av möjligheterna inom svampproduktion som håller på att skapas så kommer andra producenter snart att göra det.

## Referenser

Bergström, Berit. 1998. *Vad är kåda?*. SkogsSverige. Tillgänglig:

<<https://www.skogssverige.se/vad-ar-kada>>. [29 April 2018].

Boa, E.R. 2004. *Wild edible fungi: a global overview of their use and importance to people: Food & Agriculture Org.* Tillgänglig: <<http://www.fao.org/3/a-y5489e.pdf>>. [29 April 2018].

Bååth, Elisabeth. 2012. *Svampodling från mycel till fruktkropp*. Partnerskap Alnarp.

Tillgänglig:

<<http://194.47.52.113/janlars/partnerskapalnarp/ekonf/20120614/baathElisabeth.pdf>>

. [29 April 2018].

Chang, S.-T. & Miles, P.G. 2004. *Mushrooms: Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. 2 :a uppl. Boca Raton: CRC Press.

Chang, S.-T. 1977. *The origin and early development of straw mushroom cultivation*. *Economic botany*, 31(3), ss. 374-376.

Crosby, Willie & Fungi Ally LLC. 2016. *Oyster Mushroom Cultivation In The Northeast United States*. Tillgänglig: <[http://fungially.com/wp-content/uploads/2015/11/FungiAlly\\_Free-Oyster-Mushroom-Cultivation-Book-1.pdf](http://fungially.com/wp-content/uploads/2015/11/FungiAlly_Free-Oyster-Mushroom-Cultivation-Book-1.pdf)>. [29 April 2018].

Emberger, Gary. 2008. *Pleurotus ostreatus*. Messiah College. Tillgänglig:

<[https://www.messiah.edu/Oakes/fungi\\_on\\_wood//gilled%20fungi/species%20pages/Pleurotus%20ostreatus.htm](https://www.messiah.edu/Oakes/fungi_on_wood//gilled%20fungi/species%20pages/Pleurotus%20ostreatus.htm)>. [29 April 2018].

Hansson, G. och Hansson, L. 2014. *Information om Ostronskivling*. Fungigården.

Tillgänglig:



<[https://fungigarden.files.wordpress.com/2016/03/fungi\\_broschyr\\_web1.pdf](https://fungigarden.files.wordpress.com/2016/03/fungi_broschyr_web1.pdf)>. [29 April 2018].

Huhtinen, Markus. 2006. *Wood Properties as a Fuel*. European Commission under the Intelligent Energy – Europe programme, Finland. Tillgänglig: <[https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MmLLyg-HXIJ:https://www.hnee.de/\\_obj/CD8F42A0-B396-40E7-9F36-FF60A55DEFF7/outline/5Eures\\_WoodPropertiesPDF.pdf+&cd=2&hl=sv&ct=clnk&gl=se](https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:MmLLyg-HXIJ:https://www.hnee.de/_obj/CD8F42A0-B396-40E7-9F36-FF60A55DEFF7/outline/5Eures_WoodPropertiesPDF.pdf+&cd=2&hl=sv&ct=clnk&gl=se)>. [29 April 2018].

Mushroom Mountain. 2017. *Commercial Cultivation*. Mushroom Mountain. Tillgänglig: <<https://mushroommountain.com/p/cultivation>>. [29 April 2018].

Mycelia. 2018. *Pleurotus pulmonarius*. Mycelia – mycelium for professionals. Tillgänglig: <<http://www.mycelia.be/en/strain-list/m-2204-pleurotus-pulmonarius>>. [29 Maj 2018].

Nicolini, Steve. 2018. *Growing Oyster Mushrooms*. Alderleaf Wilderness College, WA, USA. Tillgänglig: <<https://www.wildernesscollege.com/growing-oyster-mushrooms.html>>. [29 April 2018].

Sánchez, Carmen. 2009. *Cultivation of Pleurotus ostreatus and other edible mushrooms*. Appl Microbiol Biotechnol (2010) 85:1321–1337 DOI 10.1007/s00253-009-2343-7. Springer-Verlag 2009. Tillgänglig: <<https://link.springer.com/article/10.1007/s00253-009-2343-7>>. [07 May 2018].

Stridsberg, L. och Tullander, A. 2014. *Svensk Svampodling*. Svenska svampodlarföreningen. Tillgänglig: <<http://www.svampodlarna.org/organistation/odlingshistoria/>>. [29 April 2018].

Stamets, Paul. 2018. *Growing Mushrooms on Logs and Stumps*. Fungi Perfecti LLC, WA, USA. Tillgänglig: <<http://www.fungi.com/blog/items/plugin-spawn.html>>. [29 April 2018].

Stamets, Paul. 2000. *Growing gourmet and medical mushrooms*. Ten Speed Press, CA, USA. ISBN 9781580081757.

Sundelin, Jonatan. 2018. *Sågspån från barrträd som substrat för matsvampsodling*. Sveriges Lantbruksuniversitet, SLU, Sverige. Opublicerat.

Svenska svampodlarföreningen. 2014. *Ostronskivling*. Svenska svampodlarföreningen. Tillgänglig: <<http://www.svampodlarna.org/organisation/ostronskivling/>>. [29 April 2018].

Thompson and Morgan. 2018. *Cultivation of Wood Mushrooms on Logs Using Dowel Spawn*. Thompson & Morgan Experts in the garden since 1855. Tillgänglig: <<https://www.thompson-morgan.com/static-images/tandm/pdfs/culturals/MUSHROOM%20DOWELL%20INSTRUCTIONS.pdf>>. [29 April 2018].

Vaughan, George. 2018. *Mushroom Log Inoculation*. Mushroom Harvest Inc, WA, USA. Tillgänglig: <[http://www.mushroomharvest.com/extra\\_pages/log\\_cultivation.htm](http://www.mushroomharvest.com/extra_pages/log_cultivation.htm)>. [29 April 2018].

Zhao, Tao. 2011. *Conifer Chemical Defense: Regulation of Bark Beetle Colonization and Pheromone Emission*. Kungliga Tekniska Högskolan i Stockholm. E-Print, Stockholm. ISBN 978-91-7415-884-7. ISSN 1654-1081. Tillgänglig: <<http://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A413917&dsid=-4473>>. [29 April 2018].

Åkerman Denker, Anna. 2018. *Tryffelträd*. Gourmetgarage Fröer & Köksträdgård.  
Tillgänglig: <<http://www.gourmetgarage.se/category/tryffeltrad-62/>>. [13 Mars  
2018].