

Odling av ostronskivling på restprodukter

MALIN HULTBERG, KAJSA NORDSTRÖM NILSSON, ELIN JONSSON, CHRISTINA PERSSON

Konsumtionen av odlad matsvamp har stigit kraftigt under 2000-talet och en vanligt odlad matsvamp är ostronskivling. En ökad produktion av ostronskivling baserat på lokalt tillgängliga restprodukter kan därför vara en del i utveckling mot en hållbar och cirkulär livsmedelsproduktion. I detta arbete har två lättillgängliga restprodukter, kaffesump samt kartong, undersökts som substrat för odling av ostronskivling.

Bakgrund

Sedan slutet av sjuttioalet har den internationella produktionen av matsvamp ökat från 1 miljon ton till över 27 miljoner ton per år. Parallellt med champinjon är ostronskivling (*Pleurotus ostreatus*) en vanligt odlad art. Även i Europa ses en snabb utveckling och ökande intresse för matsvamp, exempelvis steg den europeiska produktionen av ostronskivling med 400 % mellan 1997 - 2010 (Royse, 2014). Ostronskivling - vilket är handelsnamnet, det egentliga namnet är ostronmussling, har ett snabbt och aggressivt växtsätt jämfört med många andra svampar. Svampen är därför tacksam att odla eftersom det inte krävs kostsam och energikrävande sterilisering av substratet utan den kan odlas i substrat som enbart pastöriserats (Sánchez, 2009).

Svampar är ett organismrike med runt 100 000 kända arter varav 300 räknas som ätliga (Sánchez, 2010). I naturen är svamparna mycket viktiga för nedbrytningen av organiskt material och för det cirkulära flödet av näringsämnen till växterna. Beroende svampens sätt att hämta näring och energi delas matsvamparna vanligtvis in i tre huvudgrupper. Vår mest kända matsvamp, champinjon, som i naturen lever av humus, benämns kompostsvamp eftersom den odlas på komposterad stall-



gödsel. Den andra guppen förekommer naturligt på försvagade eller döda träd och kallas vednedbrytare. Ostronskivlingen, som är exempel på en vednedbrytare, växer i vilt tillstånd på lövträd men kan odlas på många andra material som exempelvis halm. Den tredje och mest svårrodlade gruppen är mykorrhizasvampar. Dessa lever i symbios med vissa växter och där måste ytterligare en organisms behov tillgodoses för att svamparna ska frodas och ge hög avkastning.

I Europa är det primära substratet för odling av ostronskivling halm medan man i asiatiska länder, främst Kina, till stor del använt sig av trädstammar, stockar och grenar som substrat (Chang & Miles, 2004). Historiskt har substrat för framför allt champinjonodling, men även för ostronskivling, tillverkats i Sverige. Runt 1990 försvann denna tillverkning som en följd av ett förändrat marknads läge och ökad konkurrens med importerad svamp

från övriga Europa. Idag importerar svenska producenter i hög grad svamps-ubstrat från länder som Tyskland och Nederländerna för sin odling. Det finns dock svenska producenter som tillverkar sitt eget substrat, exempelvis Fungigården (Hansson & Hansson, 2014). Ostronskivling odlas oftast i värmebehandlad vete-halm med tillskott av lusernhö i blandningen 70/30 (Andreasson, 2005) men det finns runt 200 olika sorters restmaterial som skulle vara möjligt att använda som substrat för odling av ostronskivling. Fruktkroppsproduktion har visats på bland annat sågspån, bomull från kläddindustrin, jordnöt- och kokosnötskal, majs-kolvar, vete-strån, papper och kafferester (Sánchez, 2009). Substratets sammansättning påverkar svampens kemiska sammansättning och i viss utsträckning även dess smak (Navarro Ramalho et al., 2018). Med perspektivet att den cirkulära ekonomin behöver utvecklas för att

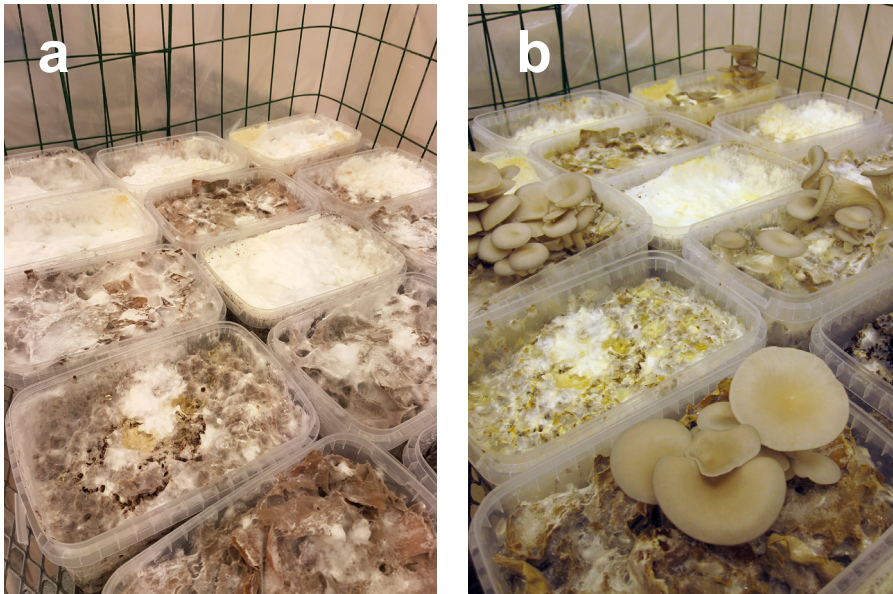


Fig. 1 Efter 20 dagar placerades svampodlingsboxarna i odlingsrum och locken togs bort (a) och produktionen av fruktkroppar följdes (b).

nå hållbarhet är möjligheten att använda organiska restprodukter och restavfall från olika verksamheter för produktion av matsvamp intressant. Dessa restprodukter behöver då vara väl undersökta för att säkerställa att det inte föreligger någon risk vid konsumtion av den producerade matsvampen.

Svampen behöver förutom kol även en rad andra näringsämnen för sin tillväxt och kväve är centralt. Enligt Deacon (2005) är en balanserad kol-kvävekvalitet för svampsubstrat generellt runt 30:1 – en högre andel kol ökar risken för kvävebrist i svampen och därmed minskad tillväxt. Alla svamparter kan använda aminosyror för sin kväveförsörjning och de flesta svampar kan även använda nitrat och ammonium, även om ammonium inte är en optimal kvävekälla. Ostronskivling är dock, som tidigare nämnts, ett naturligt vedlevande släkte. Eftersom ved består till stora delar av lignin och har låga kvävehalter, indikerar det att ostronskivling har en strategi för att växa och upprätthålla sin metabolism även vid låga kvävehalter. Generellt ser man att vissa svamparter har visat sig återanvända cellulärt kväve genom exempelvis autolys av delar av mycelet som växer på platser där näringen tagit slut eller allokeras kväve mellan cel-

lerna så att de viktiga metabola processerna kan fortsätta (Deacon 2005). Basidiesvampar, dit ostronskivlingar hör, kommer i naturliga nedbrytningsprocesser in sent i successionen, och många av dem har visat sig använda proteiner från andra organismer som kvävekälla.

Syfte

En ökad produktion av matsvamp odlade på lokalt tillgängliga restprodukter är en del av utvecklingen mot en resursnål och cirkulär livsmedelsproduktion. I detta arbete har vi därför undersökt två lättillgängliga rests substrat, kaffesump samt kartong som substrat för odling av ostronskivling. För kaffesump som har en C/N-kvot på ca 17:1 (Ballesteros et al., 2014) behövs inget kvävetillskott medan däremot kartong, som har en C/N-kvot på ca 250, behöver berikas med kväve. I denna studie har vi valt att använda biogödsel, från biogasproduktionen, som kvävetillskott.

Detta faktablad är baserat på praktiska försök där ostronskivling odlats dels i kaffesump och dels på kartong, med tillskott av biogödsel, för att därefter utvärdera hur de olika substraten påverkar svampens produktivitet samt fruktkropparnas innehåll av protein. Parallellt med att cirkulära



Fig. 2 Mycelet växer ut radiellt och tillväxten kvantifieras genom att diametern mäts vid olika tidpunkter.

system utvecklas för livsmedelsproduktion måste riskfaktorer utvärderas. En litteraturstudie har därför genomförts för att undersöka i vilken grad de fruktkroppar som producerats på restprodukter från kaffe lagrar in koffein.

Arbete som ligger till grund för detta faktablad har genomförts som två kandidatarbete av Elin Jonsson och Kajsa Nordström Nilsson. Dessa finns tillgängliga via SLUs databas Epsilon för den som vill läsa ytterligare kring detta område.

Metodbeskrivning

Svampodling: I odlingsförsöken har ett standardsubstrat bestående av 74% alspån (2–4 mm), 24% vetekli samt 2% kalciumsulfaat (Stamets, 2000) använts som kontroll. Parallellt har tre substrat baserat på kaffesump med olika inblandningsgrad av alspån (0, 40% samt 75% av torrsvikt) samt tre substrat baserat på kartong med olika inblandningsgrad av biogödsel (0, 34% samt 17% av våtsvikt) utvärderats. Tillsatsen av biogödsel motsvarar en tillsats av 2.3 g kväve till totalt 180 g substrat (torrsvikt) i behandlingen med 34% biogödsel samt med 1.1 g kväve till totalt 180 g substrat (torrsvikt) i behandlingen med 17% biogödsel. Samtliga substrat har haft en fuktighet på 70% förutom substraten baserat på 100% respektive 60% kaffesump där fuktigheten varit 61 respektive 63% för att undvika stående vatten som kan påverka svampens möjlighet till gasutbyte under tillväxten. Substraten har placerats i odlingsboxar (Sac02, Belgien) som tillåter gasutbyte och pastöriserats på 65°C under 4 h. Därefter har mycel från svampen *Pleurotus ostreatus* M2191, producerad på

rågkärnor av företaget Ecofungi (<http://www.ecofungi.se>), tillsats i en mängd av 10% (torrvikt/torr-vikt). Odlingsexemplaren har inkuberats vid 25 °C under 16 dagar och sedan placerats i en temperatur mellan 7-10 °C under 4 dagar. Därefter har locken tagits bort och boxarna placerats i ett belyst odlingsrum med en temperatur på 23 °C samt en relativ luftfuktighet på 90% och produktionen av fruktkroppar har följts (Fig. 1).

Myceltillväxt: De färdigblandade substraten autoklaverades, se ovan, och fördelades i petriskålar. Stans (1.5 cm i diameter) av *P. ostreatus* M2191, odlad på potatis dextros agar, placerades i mitten av petriskålen och mycelets utväxt följdes (Fig. 2)

Analys: Försöken har genomförts med tre replikat. Odlingssubstratens potential som svampodlingsmedium har bestämts genom att kvoten färskvikt svamp/torr-vikt substrat beräknats. Denna kvot benämns "biological efficiency" (BE) och är en standardparameter för svampodlings-substrat (Miles & Chang, 2004). Vidare har total mängd protein i de producerade fruktkropparna bestämts med Dumas metod (Bellomonte et al., 1987) och en omvandlingsfaktor på 4.38 har använts (Barros et al., 2008).

Resultat och diskussion

Den snabbaste tillväxten av mycel, 12.4 mm per dygn, sågs på kontrollsubstratet baserat på sågspån och vetekli. I odlingsmediet baserat enbart på kartong sågs en tillväxthastighet på 7.2 mm per dygn medan ingen tillväxt sågs i de två kartongbaserade odlingssubstraten som berikats med biogödsel. I de substrat som baserats på kaffesump uppmättes den lägsta tillväxten i de substrat som var baserat på enbart kaffesump medan de två substrat där sågspån blandats in inte skiljde sig signifikant i förhållande till kontrollen

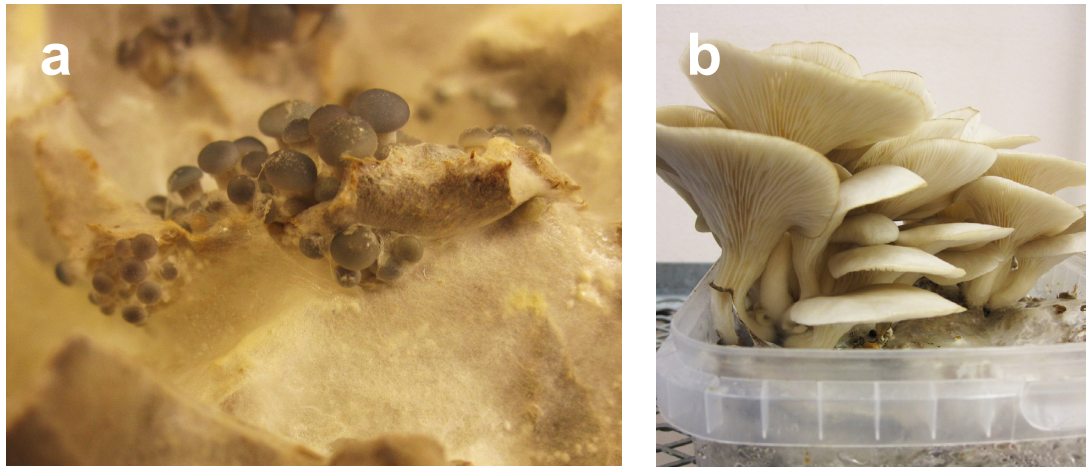


Fig. 3 De första fruktkropparna sågs dag 25 på kartongbaserade substratet som berikats med den högsta koncentrationen av biogödsel (a) och skördades efter 4 dagar (b).

Tabell 1. De olika svampodlingssubstratens produktivitet med avseende på första skörden (BE, Biological Efficiency), tidpunkt för första skörd, proteinhalt i den torkade biomassan samt mycelets tillväxt på de olika odlingssubstraten mellan dag 3 och 7. Medelvärde \pm standardavvikelse visas, $n=3$.

Substrat	BE (%)	Skörd (dag)	Protein (%)	Tillväxt (mm/dygn)
Kontroll	44.8 \pm 5.5ab	30.3 \pm 1.2a	24.7 \pm 2.4a	12.5 \pm 1.2a
Kartong, 100%	28.8 \pm 6.8bc	32.7 \pm 3.5a	11.8 \pm 1.1b	7.2 \pm 4.8ab
Kartong, 34% biogödsel	66.8 \pm 13.0a	29.7 \pm 1.2a	12.1 \pm 2.1b	0c
Kartong, 17% biogödsel	44.8 \pm 2.7ab	31.0 \pm 0.0a	12.2 \pm 0.6b	0c
Kaffesump, 100%	12.4 \pm 6.9c	44.0 \pm 1.7b	28.2 \pm 0.7ac	4.7 \pm 1.5bc
Kaffesump, 41% alsån	15.2 \pm 5.9c	45.0 \pm 0.0b	31.2 \pm 1.8c	7.6 \pm 1.3ab
Kaffesump, 75% alsån	21.6 \pm 12.7bc	42.0 \pm 0.0b	29.1 \pm 0.5ac	7.0 \pm 0.6ab

* Olika bokstäver inom samma rad visar på en signifikant skillnad, $P<0.05$.

med avseende på myceltillväxt (Tabell 1). När substratens produktivitet, uttryckt som BE, mäts ser resultaten annorlunda ut. Den högsta produktiviteten ses i det substrat som är baserat på kartong och berikats med högsta halten av biogödsel. Det beräknade BE värdet för behandlingar baserade på kartong som berikats med biogödsel skiljer sig inte från kontrollsubstratet. Det odlingssubstrat som baserats enbart på kartong har en signifikant lägre produktion av fruktkroppar jämfört med kontrollsubstratet. Även i de substrat som baserats på kaffesump ses en signifikant lägre produktion av fruktkroppar. För dessa substrat är också odlingstiden fram till första skörd förlängd med ca 2 veckor jämfört med övriga substrat (Tabell 1).

För mängden protein i de skördade fruktkropparna ses också en signifikant skillnad (Tabell 1). För de fruktkroppar som producerats med kartong som odlingssubstrat är proteinhalten i princip

halverad jämfört med fruktkroppar som producerats på kontrollsubstratet eller på kaffesump. Detta resultat påverkades inte av att två av de kartongbaserade substraten hade berikats med kväve genom tillsats av biogödsel. Likande resultat, med ett relativt högt BE men sänkt proteinhalt då ostronskivling producerats på kartong, har rapporterats av Turkey et al. (2017).

Sammanfattningsvis kan man konstatera att mätning av mycelets tillväxt i ett visst substrat inte tillför så mycket kring substratets förmåga att stödja produktion av fruktkroppar. Det är också väldigt tydligt att substratet påverkar näringssammansättningen hos fruktkroppar. Detta innebär att, om syftet är att producera en högkvalitativ livsmedelsprodukt, räcker det inte att följa BE utan även proteinhalten måste följas.

I ett hållbart samhälle måste näringsämnen utnyttjas cirkulärt för livsmedelsproduktion och i detta arbete har vi

visat att udda substrat som kartong och restavfall som kaffesump kan fungera som svampodlingssubstrat. Men vid återföring och kretslopp är också säkerhet och hälsa oerhört viktiga aspekter. Vid odling av matsvamp måste hänsyn tas till halten av tungmetaller i odlingssubstratet eftersom det är välkänt att svamp kan ackumulera dessa ämnen. Innan kartong kan utvecklas vidare som ett odlingssubstrat för ostronskivling måste en studie göras kring halten av dessa ämnen i olika typer av kartong för att kunna välja ett säkert utgångsmaterial. Även risken för att mikroföroreningar, som bekämpningsmedel och läkemedel, kan komma in i substraten måste utredas eftersom vi vet väldigt lite kring hur svampen tar upp alternativt bryter ner dessa ämnen. I studien har vi, i en litteraturstudie, undersökt ostronskivlingens upptag av koffein när det odlas i rester från kaffeindustrin. Generellt ser man både en nedbrytning och ett upptag av koffein i svampen. I en aktuell studie där ostronskivling odlats på ren kaffesump uppmättes en koncentration av 80 mg koffein per 100 g torkad svamp (Navarro Ramalho et al., 2018). Detta värde kan jämföras med en kopp vanligt bryggkaffe (15 centiliter), som innehåller cirka 100 milligram koffein (Livsmedelsverket, 2018). Ofta ses också, precis som i denna studie, en lägre produktion av fruktkroppar på odlingssubstrat med ökande koncentrationer av koffeininnehållande rester (Fan et al., 2006).

Referenser

- Andreasson PO (2005) Ekologisk odling av ostronskivling. Jordbruksinformation: 10. <http://www.vaxteko.nu/html/sll/sjv/jordbruksinfo/JIN05-10/JIN05-10META.HTM>
- Ballesteros LE, Teixeira JA, Mussatto SI (2014) Chemical, functional, and structural properties of spent coffee grounds and coffee silverskin. *Food Bioprocess Technol* 7: 3493–3503
- Barros L, Venturini BA, Baptista P, Ezevino LM, Ferreira ICFR (2008) Chemical composition and biological properties of Portuguese wild mushrooms: A comprehensive study. *J Agric Food Chem* 56:3856–3862
- Bellomonte GA, Constantine S, Giammariolo N (1987) Comparison of modified automatic dumas method and the traditional Kjeldahl method for nitrogen determination in infant food. *J Assoc Off Anal Chem* 70: 227–229
- Deacon JW (2005) *Fungal Biology*, 4th Edition, 384 pp. Wiley-Blackwell. ISBN: 978-1-4051-3066-0
- Fan L, Thomaz Soccol A, Pandey A, Porto de Souza Vandenberghe L, Ricardo Soccol C (2006) Effect of caffeine and tannins on cultivation and fructification of *Pleurotus* on coffee husks. *Braz J Microbiol* 37: 420–424
- Hansson G, Hansson L (2014) Information om ostronskivling. Harplinge: Fungigården. https://fungigarden.files.wordpress.com/2014/06/fungi_broschyr_web.pdf.
- Livsmedelsverket (2018) Koffein. <https://www.livsmedelsverket.se/livsmedel-och-innehall/oonskadeamnen/vaxtgifter/koffein>
- Miles PG, Chang ST (2004) Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. CRC Press LCC, US. ISBN-13: 978-0849310430
- Navarro Ramalho A, Wrobel Kultz T, Malherbi Byczkowska G, Ballmann Groff D, Stutz Dalla Santa H, Reyes Torres Y (2018) Content of caffeine in the edible mushroom *Pleurotus ostreatus* grown in coffee residues. *The Electronic Journal of Chemistry* 10 (3): 1–9. doi.org/10.17807/orbital.v10i3.1096
- Royse DJ (2014) A global perspective on the high five: *Agaricus*, *Pleurotus*, *Lentinula*, *Auricularia* & *Flammulina*. Pages 1–6, In: Manjit Singh (Ed.) *Proceedings of the 8th International Conference on Mushroom Biology and Mushroom Products*, New Delhi, India.
- Sánchez C (2010) Cultivation of *Pleurotus ostreatus* and other edible mushrooms. *Appl Microbiol Biotechnol* 85: 1321–1337
- Stamets P (2000) *Growing gourmet and medical mushrooms*. Ten Speed Press, CA, USA. ISBN 9781580081757
- Tirkey VJ, Simon S, Lal AA (2017) Efficiency of different substrates on the growth, yield and nutritional composition of oyster mushroom *Pleurotus florida* (Mont.) Singer. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 6: 1097–1100

- Faktabladet är utarbetat inom Institutionen för Biosystem och teknologi www.slu.se/bt
- Projektet ingår i det större projektet Stadens matavfall blir ny mat – produktion, riskanalys och konsumentacceptans finansierat av FORMAS
- Projektansvarig: Malin Hultberg, Malin.Hultberg@slu.se
- Projektdeltagare: Malin Hultberg; Kajsa Nordström Nilsson; Elin Jonsson (SLU) Christina Persson (Ecofungi)
- Epsilon: <http://epsilon.slu.se>