

Produktion av ostronskivling på biomassa från anlagd våtmark

MALIN HULTBERG, CHRISTINA PERSSON

Odlad matsvamp är ett livsmedel som har stor utvecklingspotential i Sverige. Ur ett miljöperspektiv är den odlade matsvampen intressant dels som ett proteinrikt alternativt till kött men också som en livsmedelproduktion som kan integreras in i ett kretslopp. I detta projekt har biomassa från anlagd våtmark utvärderats som substrat för odling av ostronskivling och resultaten visar att det är ett lämpligt svampodlingssubstrat som stödjer en hög produktion.

Odlad matsvamp ur ett svenskt marknadsperspektiv

Odlad matsvamp är ett livsmedel som har en stor utvecklingspotential i Sverige och som det finns ett ökande intresse för i samtliga nordiska länder (Nordiska Ministerrådet, 2012). Svampen är intressant i sig som ett nytt spännande livsmedel som kan tillföra nya smaker och annorlunda textur. Men matsvampen är också ett mycket intressant livsmedel ur miljöperspektiv och en ökad produktion och konsumtion har potential att öka hållbarheten i livsmedelssektorn. De två största anledningarna till att de är intressanta ur ett miljöperspektiv är att de är ett proteinrikt livsmedel och därmed ett intressant alternativt till kött och att de i högsta grad är ett livsmedel som kan integreras in i ett kretslopp (Miles & Chang, 2004).

Jämfört med många andra länder, speciellt de asiatiska länderna, är den svenska svampodlingen förhållandevis blygsam. Den svenska produktionen växte fram på 1930-talet och fokus var odling av champinjon (*Agaricus bisporus*) som då var en mycket exklusiv produkt. Under 1960- och 1970-talet satsade många länder i



Fig. 1 I Trelleborgs kommun har våtmarker anlagts som en del i arbetet för att minska övergödningen i Östersjön. (Fotograf Annika Hansson)

Europa mycket på champinjonodling och konkurrensen ökade. Under slutet av den perioden slogs större delen av den svenska produktionen ut, främst på grund av billig import från Polen. Under de kommande decennierna fortsatte priserna att falla och de producenter som fanns kvar hade svårt att överleva ekonomiskt (Tullander, 2012). I dag är svensk svampodling en förhållandevis liten näring som i första hand producerar champinjoner som säljs lokalt. Konsumtionen av champinjoner i Sverige ligger på runt 2 kg per person och år och av detta importeras den största delen. Övriga matsvampar som relativt ofta kan hittas i butikens grönsaksdiskar är ostronskivling (*Pleurotus ostreatus*) och shiitake (*Lentinula edodes*). Konsumtionen av dessa svampar är betydligt lägre och även för dessa importeras en stor del (Svenska Svampodlarförbundet, 2014).

Produktion av odlad matsvamp ur ett biologiskt perspektiv

Ur ett biologiskt perspektiv är matsvampar fruktkroppar som produceras av mikroorganismer som ingår i riket Fungi. Dessa organismer är heterotrofa vilket innebär att de behöver organiskt kol för att tillväxa. Större delen av organismen finns i form av mycel dvs en trådformad flercellig struktur som måste ses i ett mikroskop för att den ska bli tydlig. När svampen (mycel) växer under optimala förhållanden kan den kolonisera miljön på kort tid. Genom en signal från omgivningen, oftast temperatursänkning i samband med ökad luftfuktighet, induceras fruktkroppsbildningen. Det biologiska syftet med fruktkroppsbildningen är att sprida sig till nya miljöer (Deacon, 2005).

Svamparna har utvecklat olika strategier för att överleva och konkurrera om näringen. Vissa arter är specialiserade till



Fig. 2 Svampodlingssubstraten, våtmarksbiomassa till vänster och halm till höger, görs i ordning.

att leva i symbios med växter, sk mykorrhiza, där växten transporterar energirika kolhydrater till svampen och i gengäld förser svampen växterna med mineraler och vatten (Deacon, 2005). Tryffel är den enda matsvamp som man med framgång kunnat odla ur denna grupp. Uppskattade matsvampar som exempelvis kantarell och karljohansvamp har visat sig svårödlade. De övriga odlade matsvamparna är saprofyter och växer naturligt på döda träd eller organiskt material i marken. De behöver en miljö som stimulerar mycelbildning och därefter rätt signal från omvärlden för att producera fruktkroppar (Miles & Chang, 2004).

Ur ett internationellt perspektiv finns det ett mycket stort antal olika arter av matsvamp som odlas. I Sverige har vi främst odlat champinjon men det finns även odlare som producerar andra svampar som ostronskivling och shiitake.

De odlade matsvamparna kräver sina specifika odlingsbetingelser för att ge maximal skörd där både substratsammansättning och miljöfaktorer som syre, luftfuktighet och ljus påverkar resultatet. Champinjonerna som är en kompostsvamp kräver att odlingssubstratet som den växer på är komposterad medan ostronskivling och shiitake som naturligt växer på döda träd kan odlas direkt på exempelvis sågspån och halm (Assan & Mpofu, 2014). Ur ett odlingsperspektiv behövs det en detaljkunskap kring vilken

art man odlar och vilket substrat som leder till bäst avkastning. Samma detaljkunskap behövs för inducering av fruktkroppar hos de olika arterna.

Ytterligare en biologisk grundfaktor som styr svampens tillväxt är konkurrens med andra organismer. I svampens naturliga miljö utsätts den för hård konkurrens av andra mikroorganismer och gynnas eller missgynnas beroende på förändringar i den yttre miljön (Deacon, 2004). När man odlar matsvamp vill man minimera denna konkurrens för att slippa infektioner och skördeminskning. Därför arbetar man oftast med substrat som behandlats för att minska eller helt ta bort andra mikroorganismer. Även här finns en variation mellan olika svamparter där vissa är mycket känsliga för konkurrens av andra mikroorganismer medan vissa arter är mindre känsliga (Miles & Chang, 2004). Ett exempel på en lättodlad och mindre känslig art är ostronskivling. Detta är en vednedbrytande svamp som utsöndrar olika typer av enzymer som snabbt bryter ner cellulosa, hemicellulosa och även lignin till en mindre del (Fernandes et al., 2015). Odlad i lämpligt substrat och miljö kan den sköras efter ett par veckor och de kan ofta sköras i flera omgångar.

Problemformulering

I substratet som svampen odlas på möts marknaden och biologin. Ett färdigt svampodlingssubstrat har ett pris. I Sve-

rige idag har vi enbart mycket småskalig tillverkning av eget substrat eftersom branschen inte bedöms vara tillräckligt stor för att kunna bära kostnaderna för inhemsk substrattillverkning. Detta innebär att den större delen av den svenska produktionen sker på importerat substrat med långväga transporter som följd. Samtidigt är Sverige ett land rikt på organiskt material med god potential att användas för svampproduktion. Ett exempel på ett organiskt material som finns tillgängligt är våtmarksbiomassa. Våtmarker anläggs på många håll i Sverige som ett redskap för att minska övergödning och stoppa den snabba transporten av växtnäringsämnen direkt ut i hav och sjöar. Mängden växtnäringsämnen i vattnet reduceras via olika biologiska processer och en del binds in i biomassan och stora mängder av kaveldun och bladvass produceras. I så stor omfattning som det är möjligt behöver denna biomassa skördas och föras bort från våtmarken (HS, 2008). I detta projekt har möjligheten att använda denna biomassa som ett svampodlingssubstrat för att producera ostronskivling undersökts.

Metodbeskrivning

Svampodlingssubstrat: Biomassa från anlagd våtmark i Trelleborgs kommun (Fig. 1) bestående av bladvass och kaveldun, har skördats och torkats. Biomassan har sedan gjorts i ordning för svampodling genom att klippas i mindre bitar samt lagts i blöt för att nå en vattenhalt av ca 70%. Därefter har substratet placerats i svampodlingsspåsar och autoklaverats. Som kontroll har ett svampodlingssubstrat baserat på halm där 5% av vetekli samt 2% gips (torrvikt/torrsvikt) tillsatts (Alananbeh et al., 2014) använts (Fig. 2).

Mycel och inokulumproduktion: Mycel från svampen *Pleurotus ostreatus* M2140 (sporfri ostronskivling inköpt från Mycelia BVBA, Belgien) har odlats på vetekärnor, med tillsats av 4% kalciumkarbonat och 2% kalciumsulfat (torrvikt/torrsvikt), under sterila förhållanden för att producera ympmaterial. **Odlingsförhållande:** De avsvalnade substraten har inokulerats med ympmaterialet i en koncentration av 5% (torrvikt/torrsvikt) och odlats i mörker

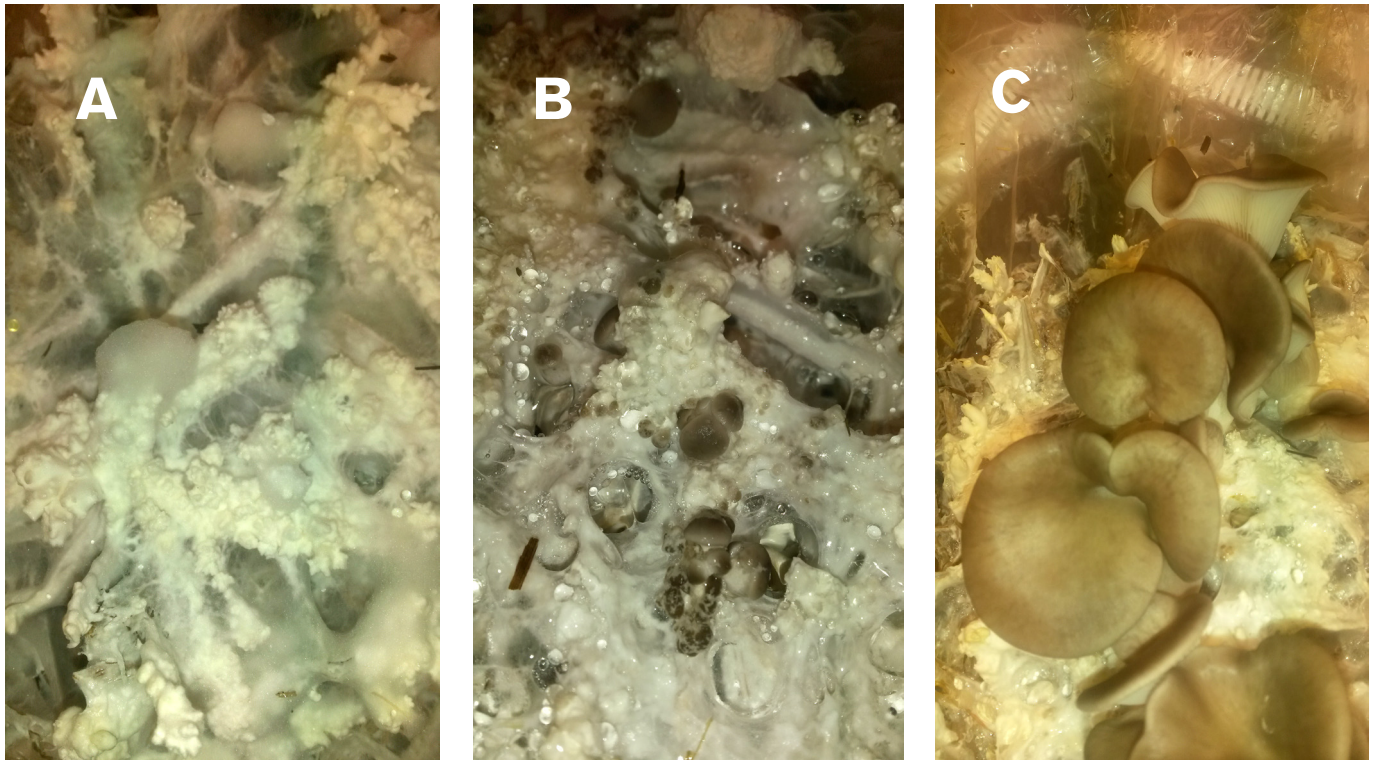


Fig. 3 Tillväxt av ostronskivling på våtmarksbiomassa. I bild A har mycelet vuxit igenom substratet och initiering av fruktkroppsbildning påbörjats. I bild B har fruktkropparna börjat bildas och i bild C har dessa tillväxt ytterligare.

vid en temperatur på 24°C och med en luftfuktighet på 75% RH. När substraten varit genomväxta med mycel, efter ca 20 dagar, har temperaturen sänkts till 12°C och luftfuktigheten ökat till 90% RH under 4 dagar. Därefter har temperaturen höjts till 24°C och fruktkropparna skördats dag 26. Viktiga steg i fruktkroppsbildningen visas i fig. 3.

Analys: Försöken har genomförts med tre replikat och upprepats över tid. Våtmarksbiomassans potential som svampodlingsmedium har bestämts genom att kvoten färskvikt svamp/torrsvikt substrat beräknats. Denna kvot benämns "biological efficiency" (BE) och är en standardparameter för svampodlingssubstrat (Miles & Chang, 2004). Vidare har total mängd protein samt halten av tungmetallerna kadmium och bly i fruktkropparna analyserats. Total mängd protein har analyserats med Dumas metod (Bellomonte et al., 1987) och en omvandlingsfaktor på 4.38 har använts (Barros et al., 2008). För analys av tungmetaller har proverna våtförbränts i 65% salpetersyra och analy-

serats i atomabsorptionsspektrofotometer. Det återstående substratet efter skörd har utvärderats som ett potentiellt djurfoder genom analys av protein, fett, aska, NDF (Neutral Detergent Fiber) samt energinnehåll i samarbete med Institutionen för Husdjurens Vård och Utfodring, SLU, Uppsala.

Resultat och diskussion

Våtmarksbiomassan hade en ungefärlig C/N kvot på 30:1. Detta värde indikerar att biomassan kan vara lämplig för odling av ostronskivling där en kvot på ca 40:1 har rapporterats som fördelaktig (Wang et al., 2015). Våtmarksbiomassans lämplighet för svampodling bekräftades i odlingsförsöken där mycelet snabbt koloniserade biomassan och en BE på 140% uppmättes. Detta värde innebär att om odlingen sker på 1 kg torrt substrat kan en skörd på ca 1.4 kg svamp (färskvikt) förväntas. Omräknat i torrsvikt ger 1 kg torrt substrat ca 100 g torrsvikt svamp. För kontrollsubstratet, baserat på halm med tillsats vetekli enligt gängse metodik, uppmättes en BE

på 80%. Den producerade fruktkroppen hade en genomsnittlig proteinhalt på 20% av torrsvikt vilket överensstämmer väl med tidigare publicerade värden (Kalac, 2013). Också mängden av tungmetallerna kadmium och bly i fruktkropparna analyserades och resultaten visar att dessa värden låg ca 100 gånger under gränsvärdet för odlad svamp som för kadmium är 0.2 mg/kg färskvikt och för bly 0.3 mg/kg färskvikt (EU, 2006).

Ur ett hållbarhetsperspektiv är det viktigt att också fundera kring vilken roll substratet kan ha efter svampodling. Substratet har då ändrat karaktär och volymen och mängden har minskat kraftigt eftersom mycket av det organiska kolet använts av svampen, och en viss del respirerats som koldioxid, och näringsämnen tagits upp. Samtidigt kan det använda substratet förväntas innehålla en högre halt protein eftersom det är genomväxt av mycel (Fernandes et al., 2015). I försöken såg vi att efter odling hade torrsvikten av våtmarksbiomassan reducerats med 40–50% jämfört med startvikt. För det halm-



Fig 4. Ostronskivling färdig för skörd.

serade substratet, där svampskörden varit lägre, var också viktreduktionen betydligt lägre och en ca 20% viktreduktion noterades. Den använda våtmarksbiomassan analyserades för foderegenskaper och jämfört med utgångsmaterialet hade egenskaperna förbättrats. Substratet kan också vara intressant för växtodlingssidan, för jordförbättring, för gödsling eller som odlingssubstrat för växten i hydroponisk odling (Phan & Sabaratnam, 2012). Det använda substratet kan givetvis också vara intressant som biogassubstrat.

Sammanfattning och framtida utvecklingsmöjligheter

Våtmarksbiomassa gav en hög produktion av ostronskivling, med normal halt av protein, utan att någon tillsats behövts till substratet för att reglera faktorer som kväve och kalcium koncentrationer. Inte heller sågs någon risk för ackumu-

lering av tungmetaller i matsvampen. Det finns alltså god möjlighet att utveckla detta substrat vidare för en småskalig och lokal produktion av ostronskivling. Detta kan vara intressant för lantbrukare som valt att anlägga våtmarker som ett sätt att hindra näringsläckage. Viktiga produktionsfaktorer som ympmaterial, odlingsutrustning och rådgivning finns tillgängligt via svenska företag. Ur ett produktionsperspektiv är det främst processen för att reducera mängden mikroorganismer i substratet vid start som är en utmaning för småskalig produktion. Vi kommer därför att fokusera på att arbeta vidare med denna aspekt framåt.

Referenser

- Alanbeh KM, Bouqellah NA, Al Kaff NS (2014) Cultivation of oyster mushroom *Pleurotus ostreatus* on date-palm leaves mixed with other agro-wastes in Saudi Arabia. Saudi J Biol Sci 21: 616–625
- Assan N, Mpofu T (2014) The influence of substrate on mushroom productivity. Sci J of Crop Science 3: 86–91
- 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
- EU (2006) COMMISSION REGULATION (EC) No 1831/2003 of 22 October 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs
- Fernandes A, Barros L, Martins A, Herbert P, Ferreira ICFR (2015) Nutritional characterization of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. ex. Fr.) P. Kumm produced using paper scraps as substrate. Food Chem 169: 396–400
- HS (2008) Vegetationsstyrning och annan skötsel av anlagda våtmarker för att gynna mångfalden. Miljöartikel 6
- Kalac P (2013) A review of chemical composition and nutritional value of wild-growing and cultivated mushrooms. J Sci Food Agric 93: 209–218
- Miles PG, Chang ST (2004) Mushrooms: cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. CRC Press LLC, US. ISBN-13: 978-0849310430
- Nordiska Ministerrådet (2012) Mushrooms traded as food, vol II. ISBN 978-92-893-2383-3
- Phan CW, Sabaratnam V (2012) Potential uses of spent mushroom substrate and its associated lignocellulosic enzymes. Appl Microbiol Biotechnol 96: 863–873
- Tullander A., Stridsberg L., 2012, Svensk Svampodling, <http://194.47.52.113/janlars/partnerskapalnarp/ekonf/20120614/SvenskSvampodling1930-2012.pdf> (November 5, 2014)
- Wang S, Xu F, Li Z, Zhao S, Song S, Rong C, Geng X, Liu Y (2015) The spent mushroom substrates of *Hypsizygus marmoreus* can be an effective component for growing the oyster mushroom *Pleurotus ostreatus*. Scientia Hort 186: 217–222

- Faktabladet är utarbetat inom Institutionen för Biosystem och teknologi, www.slu.se/bt
- Projektet är finansierat av Partnerskap Alnarp, Region Skånes Miljövårdsfond och Trelleborgs Kommun
- Projektansvarig: Malin Hultberg, Malin.Hultberg@slu.se
- Projektdeltagare: SLU (Malin Hultberg); Ecofungi (Christina Persson); Trelleborgs Kommun (Annika Hansson)
- Epsilon: <http://epsilon.slu.se>