

HET GEBRUIK VAN PADDENSTOELEN

Peter Oei

Stichting ECO Consult & Fujian Agriculture and Forestry University

Gargouille 1, 4007 RE Tiel; webstek: <http://www.spore.nl>

Oei, P. 2008: The use of fungi for medicine and food. *Coolia* 51(4): 213–221.

Fungi are not only for mycologists. The use of fungi as food, medicin or narcotic is widespread, be it not everywhere equally common. This paper provides a brief overview of the current state of mushroom cultivation for various purposes, notably as a source of food and medicine. Many new developments are initiated in Asia.

In *Coolia* staan vooral artikelen over taxonomie en ecologie van paddenstoelen. Op verzoek van de redactie volgt hier dit keer ook een bijdrage over het *gebruik* van paddenstoelen. Gezien mijn achtergrond ligt de nadruk hierbij op de teelt van paddenstoelen voor verschillende toepassingen. De belangrijkste toepassing is als voeding; medicinale toepassingen zijn vooral in het Verre Oosten te vinden, terwijl het gebruik van hallucinogene paddenstoelen van minstens vier continenten bekend is. In verband met nieuwe Europese regelgeving is het vinden van een toepassing voor de zogenaamde champost (dekaarde en onderliggende compost met champignonmycelium) op dit moment een thema dat snel meer aandacht krijgt.

Paddenstoelen als voedingsbron

Het lijkt geen twijfel dat de mensheid al vroeg begonnen is met het eten van paddenstoelen. Interessant daarbij is het verschil tussen paddenstoelminnende culturen en de zogenaamde mycofobe samenlevingen. Het is voor Polen, Italianen en Russen moeilijk voor te stellen dat wij de boleten in de bossen gewoon weg laten rotten; paddenstoelen zoeken is in die landen een populair uitje en zorgt deels voor extra inkomsten (figuur 1).

In Nederland is het overigens opmerkelijk dat Cantharellen tot de jaren zestig wel veel door de inheemse bevolking geplukt werden, terwijl men verder angstig was voor andere paddenstoelen. Uit de literatuur blijkt dat Grieken paddenstoelen als goed voedsel zagen voor

Tabel 1: Voedingswaarde. Paddenstoelen bevatten vooral veel vocht (maar nog altijd net iets minder dan een komkommer), eiwitten en vezels, en weinig koolhydraten en vet. Alle waarden (behalve het vochtgehalte) in gewichtspercentage van het droge-stofgehalte. (Naar Chang & Miles, 2004: *Mushrooms – Cultivation, Nutritional value, Medicinal effect and Environmental impact*. CRC Press.)

Vochtgehalte	80 – 90%
Ruw stikstofgehalte (N × 4,38)	30%
Ruw vetgehalte	2-8%
Koolhydraten	50%
Vezels	15%
Asgehalte	7-12%



Figuur 1. *Pleurotus nebrodensis* is een kostbare soort in China, waarvan de vruchtlichamen per stuk ingepakt worden. Alle foto's in dit artikel zijn van de auteur.

het krijgsvolk en de Romeinen zelfs als voedsel van de goden. De Keizeramanië (Amanita caesarea) zou uitsluitend voor de keizer bestemd zijn. Populierleemhoed (*Agrocybe cylindracea* (= *A. aegerita*)) was een andere populaire paddenstoel in het Romeinse rijk. De eerste aanwijzingen voor de teelt van laatstgenoemde soort op stobben van populieren stammen uit deze periode.

Paddenstoelen bevatten relatief veel essentiële aminozuren; de voedingswaarde in calorieën is laag, maar in de huidige 'junk food' cultuur is dat eerder een aanbeveling dan een tekortkoming. In bereide producten kan de voedingswaarde overigens fors stijgen; meestal is een forse hoeveelheid olie of boter gebruikt om de paddenstoelen te garen. De vetten in de paddenstoelen zijn dan wel overwegend (69–76%) onverzadigde vetten, maar voor de toegevoegde roomboter geldt dat niet.

Paddenstoelen bevatten vitaminen als thiamine (B1), riboflavine (B2) en ascorbine (C). Per 100 gr drooggewicht bevat *Volvariella* bijv. 0,35 mg en de Shiitake 7,8 mg thiamine. Verder bevatten paddenstoelen ergosterol, dat ons lichaam onder invloed van UV licht in vitamine D kan omzetten.

Smaak en textuur

De smaakbeleving hangt van zowel de eigenlijke smaak en de textuur als van visuele aspecten als kleur en presentatie af. Bijzonder geliefd zijn de abrikozenachtige zoete smaak van Cantharellen, de naar knoflook neigende nasmaak van Shiitake en de sterke bouillonachtige geur en smaak van gedroogd Eekhoorntjesbrood. Bij een aantal soorten zorgt het drogen voor een veel sterkere smaak, maar de textuur is vrijwel altijd minder prettig vergeleken met die van verse paddenstoelen.

Paddenstoelen variëren in textuur van houtig naar kraakbeenachtig tot taai vezelig, mals vleesachtig en sponzig. De bereidingswijze heeft uiteraard ook invloed op de textuur. Andere culturen waarderen de 'bite' van Judasoren en verwanten (er zijn verschillende soorten *Auricularia* in cultuur gebracht), in de Europese keuken is er minder ervaring mee.

Hallucinogene paddenstoelen

Voor alle helderheid: hallucinerende paddenstoelen bestaan niet, wel mensen die in een meer of minder goedaardige 'trip' geraken door het nuttigen van 'magic mushrooms'. Sinds mensenheugenis maken paddenstoelen onderdeel uit van religieuze rituelen. Van Siberische volkeren is bekend dat de sjamaan de hoed van gedroogde Vliegenzwam tot zich nam en dat zijn

volgelingen zich laafden aan zijn urine. Het is dit merkwaardige gebruik dat Robert Gordon Wasson (bankier en grondlegger van de wetenschap der entheogene¹ paddenstoelen) deed vermoeden dat een belangrijke godheid van de hindoes, Soma, feitelijk de Vliegenschwam betrof. Deze Soma kwam voor in de Himalaya, stond op één been en was rood. Duizenden kilometers verwijderd van Siberië kenden de hindoes hetzelfde gebruik: de priester nuttigde Soma, de leken zijn urine. Diverse auteurs (o.a. Lemaire) hebben gezocht naar bewijzen dat de vrucht die Eva aan Adam aanbood geen appel was maar een Vliegenschwam. Er zijn wel aanwijzingen voor een cultuur van ‘magic mushrooms’ in Europa, maar sluitende bewijzen zijn niet gevonden.

Toeristen die in onze hoofdstad menen te kunnen vliegen, hebben geen Vliegenschwam maar *Psilocybe cubensis* (figuur 2) tot zich genomen. De Nederlandse rechtspraak heeft bepaald dat teelt en verkoop van verse paddo's toegelaten zijn. Het drogen van deze paddenstoelen is echter verboden, evenals verwerking in stroopwafels. In het Verenigd Koninkrijk en Ierland is de verkoop van verse paddenstoelen een aantal jaren geleden verboden. Daarmee ging een lucratieve exportmarkt voor de Nederlandse telers verloren. In Nederland speelt de discussie over het verbod op paddo's dit jaar na een aantal incidenten met buitenlandse toeristen. Het lijkt erop dat de overheid veel tijd en aandacht besteedt aan deze niet verslavende paddo's, terwijl zwaar verslavende drugs als nicotine en ethanol wel toegelaten zijn. Sterker nog, deze leveren de overheid miljoenen op aan accijnzen. De discussie over al dan niet verbieden van paddo's is vertroebeld door een mix van opportunistische, moralistische en principiële argumenten. Het recht om zelf te bepalen wat je met je lichaam doet, eigen gewin van kwekers en handelaren, inconsequent overheidshandelen, christenpolitieke selectieve verontwaardiging, de effectiviteit en handhaving van een verbod op paddo's: het is spannend om te zien met welk wetsontwerp het Rijk in het najaar van 2008 op de proppen zal komen.



Figuur 2. *Psilocybe cubensis* op een Nederlandse kwekerij.

Medicinale aspecten

Veel paddenstoelen maken biologisch actieve stoffen aan in mycelium of vruchtlichaam. Voorbeelden zijn zware polysacchariden die het ‘innate’ (aangeboren) immuunsysteem versterken en tumorremmende eigenschappen hebben. Van een aantal inhoudsstoffen zijn klinische testen tot en met fase 3 gedaan; in Azië zijn ze in gebruik als medicijn tegen diverse typen tumoren. Polysacchariden kunnen veel biologische informatie overdragen vanwege hun enorme variabiliteit in structuur. De werking van veel soorten was al bekend uit de TCM (Traditional Chinese Medicine); modern wetenschappelijk onderzoek bevestigde de claims van de traditionele toepassingen. De eerste drie belangrijke medicijnen waren beta glucanen,

1 Entheogeen: een psychoactieve substantie die in religieuze of shamanse context gebruikt wordt. (Letterlijk: “afkomstig van de god in onszelf”).

Tabel 2. Paddenstoelen met anti-tumor of immuunversterkende polysacchariden.

Agaricus brasiliensis (= A. blazei ss Heinem.)	Panellus serotinus (= Hohenbuehelia s.)
Agrocybe cylindracea (= A. aegerita)	Inonotus obliquus
Albatrellus confluens (= Polyporus c.)	Lentinula edodes
Armillariella tabescens	Leucopaxillus giganteus
Amanita muscaria	Lyophyllum decastes s.l.
Dictyophora indusiata	Perenniporia fraxinea (= Fomitella f.)
Flammulina velutipes	Phellinus linteus
Grifola frondosa	Pleurotus citrinopileatus*
Ganoderma lucidum	Pleurotus cornucopiae
Ganoderma tsugae	Pleurotus pulmonarius
Hericium erinaceus	Sarcodon aspratus

* Volledig te kruisen met *P. cornucopiae*, en eigenlijk geen aparte soort.

Krestin uit het mycelium van het Elfenbankje (*Trametes versicolor*), Lentinan uit de vruchtlichamen van de Shiitake en Schizophyllan uit een vloeibare cultuur van *Schizophyllum commune*, het Waaiertje. Naast glucanen zijn een aantal biologisch actieve glycanen gevonden, waaronder Glucomannan uit *Agaricus brasiliensis*, Glucogalactan uit *Ganoderma tsugae* en Mannogalactofucan uit *Grifola frondosa*.

In Korea is een polysaccharide uit *Phellinus* goedgekeurd als medicijn en de Korean New Pharmaceutical Company heeft dit product sinds 1997 vermarkt. Als het mycelium de gewenste biologisch actieve stof bevat, vindt productie veelal plaats in bioreactoren. Daarin bevindt zich een gesteriliseerd medium met de benodigde voedingsstoffen. Sporen of vloeibare entstof van de gewenste paddenstoelsoort groeien dan binnen enkele weken uit, waarna de producenten het mycelium afscheiden en er de gewenste producten van maken.

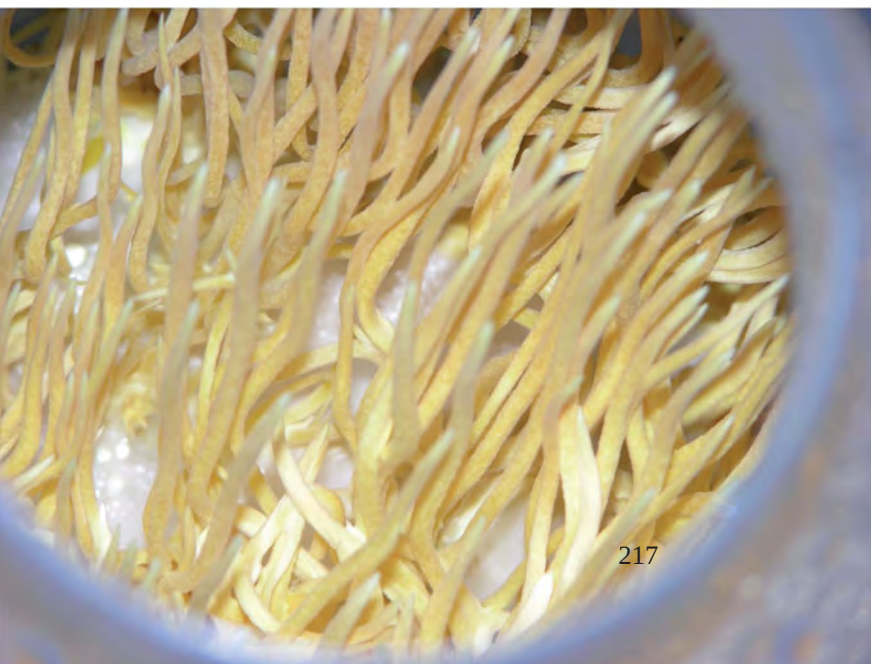
Een aantal actieve stoffen bevinden zich uitsluitend in vruchtlichamen, bijv. triterpenen in *Ganoderma lucidum* (Gesteelde lakzwam; figuur 3). Eén van de eerste formeel toegelaten medicijnen op de Chinese markt (2003) betrof sporenpoeder van deze vanouds bekende medicinale paddenstoel. De landbouwuniversiteit van Fujian (ca. vier maal groter dan WUR) heeft een gesloten keten opgezet met een biologisch gecertificeerde kwekerij voor 10 ton (!) sporenpoeder per jaar. Bij een oogst van 25 gram sporen per zakje met 1,2 kg substraat valt uit te rekenen hoeveel substraat hiervoor benodigd is. Per batch vindt monitoring plaats van het triterpeengehalte in het sporenpoeder.

Dong Chun, Xia Cao: Winter insekt, zomer gras

De Chinezen gebruiken deze poëtische naam voor het genus *Cordyceps*, in ons land onder andere bekend van de Rupsendoder (*Cordyceps militaris*). Veel soorten uit dit geslacht parasiteren insecten, een enkeling heeft een truffel als gastheer (bijv. *Cordyceps ophioglossoides*). De meest waardevolle soort is *Cordyceps sinensis*, waarvan één complete rups met vruchtlichamen al meer dan een Euro opbrengt. De militaire campagnes van het Lichtend Pad in Nepal zijn deels gefinancierd uit de belasting die de bevolking moest betalen voor deze *Cordyceps*. Zodra de sneeuw gesmolten is op de berghellingen in de Himalaya en aangrenzende gebieden als Yunnan, Sichuan (de provincie waar dit jaar een grote aardbeving plaatsvond) en het noorden van India, trekt de bevolking erop uit om te zoeken naar deze paddenstoelen. Hele dorpsgemeenschappen leven van de oogst aan deze soort in het voorjaar; ze trekken wekenlang door de bergen naar de van oudsher bekende vindplaatsen.



Figuur 3. Extra dunne *Ganoderma lucidum* (Gesteelde lakzwam) ligt te drogen in Fujian. De gewei-achtige vorm van de paddenstoelen ontstaat door de CO_2 -concentratie in de omringende lucht hoog te houden tijdens de kweek. Deze vruchtlichamen zijn geteeld volgens de JUNCAO-methode: op grassen en kruiden als substraat.



Figuur 4.

Gekweekte vruchtlichamen van *Cordyceps japonica*. Iedere plastic fles bevat 120 gram doodgestoomde rupsen die als voedsel dienen voor het mycelium, dat tientallen vruchtlichamen voortbrengt.

De actieve stoffen (o.a. cordycipine, ophiocordine en diverse polysacchariden) hebben antitumor, antibiotische en schimmelremmende werking; de traditionele Chinese medicijnkunst schrijft deze soort voor bij leverproblemen.

Vanwege de hoge prijzen is het lang niet zeker dat een product dat volgens de verpakking *Cordyceps* bevat, ook daadwerkelijk is bereid met vruchtlichamen en/of het mycelium. Een Koreaanse kweker die ik deze zomer bezocht, heeft een product ontwikkeld dat gegarandeerd uitsluitend uit *Cordyceps* bestaat, in dit geval *C. japonica*. Hij steriliseert 120 gram rupsen per plastic fles en spuit er vloeibaar broed op. Na een doorgroeiperiode verschijnen de oranje-gele vruchtlichamen. Hij snijdt de bodem uit de fles, droogt het geheel en verkoopt ze in een speciale hardplastic houder.

De teelt van paddenstoelen

In het Verre Oosten zijn waarschijnlijk al vanaf de 6^e eeuw paddenstoelen gekweekt, te weten het Judasoor; enkele eeuwen later kwam daar het Fluweelpootje bij (figuur 5). Vanaf het jaar duizend, tijdens de Chinese Song dynastie, kwam er vervolgens de teelt van Shiitake bij. Het fameuze “Chinese book of agriculture” uit 1313 vermeldt de teeltwijze: de Chinezen kweekten de Shiitake op omgezaagde stammen, maar zonder broed. De ‘champignon de Paris’ volgde in 1600 in Frankrijk, *Ganoderma* in 1621. Bij de champignon was sprake van enten: kleine stukken compost met het mycelium werden overgezet op versere compost. Dat vond uiteraard niet onder steriele omstandigheden plaats, waardoor er vaak sprake was van ziekten en plagen.

Figuur 5. De teelt van Fluweelpootjes (*Flammulina*) vindt plaats in het donker, zodat zich lange stelen vormen en de kleur sterk afwijkt van die van wilde exemplaren.



De teelt van paddenstoelen heeft zich pas echt in de tweede helft van de 20^e eeuw verder ontwikkeld. Tegenwoordig is China 's werelds grootste producent. In 2005 teelden de Chinezen 11,6 miljoen ton verse paddenstoelen, ongeveer 75% van de wereldproductie met een waarde van 4,8 miljard euro. In Europa heeft Polen de rol van Nederland als grootste producent van champignons overgenomen, maar Nederland heeft nog altijd een sterke positie.

Paddenstoelen op houtstammen

De eerste gekweekte paddenstoelen groeiden van nature op houtstammen (figuur 6). Nog steeds vindt de teelt van Shiitake in Korea, China en Japan deels op houtstammen plaats. De boeren boren gaten in stammen en enten die met broed van deze soort. Dat broed in de vorm van zaagselpluggen, houten deuvels of wiggetjes is onder steriele omstandigheden doorgroeit met het gewenste ras. Vanuit de entgaten koloniseert het mycelium het hout; na 6 maanden tot 2 jaar (afhankelijk van klimaat en aantal entgaten) zetten de boeren de houtstammen rechtop en geven ze een forse klap op de stammen. Deze merkwaaardige gewoonte betekent het verschil tussen een paar vruchtlichamen oogsten of een hele stam vol met paddenstoelen. Door de schok induceert het mycelium veel meer vruchtlichamen. Kweken op houtstammen vergt nauwelijks investeringen van de boeren, maar kost wel relatief veel tijd. In Nederland zijn daarom alleen een paar kleinschalige initiatieven van de grond gekomen, zoals Haveman in Balkbrug. Particulieren kunnen broed bestellen voor Shiitake, winteroesterzwam en gele oesterzwam (*Pleurotus cornucopiae* var *citrinopileatus*) via <http://www.spore.nl>.



Figuur 6. Shiitake op een houtstammetje. (Foto: Keith Weller, USDA)

Substraatteelt

Eind jaren zeventig startte de teelt van Shiitake op een substraat in kleine gesteriliseerde zakken in Taiwan en Japan. Hiermee was de teelt aanzienlijk te versnellen: in plaats van na een jaar konden de kwekers al na vier maanden de eerste paddenstoelen oogsten. Het proces was beter te mechaniseren omdat het formaat van de zakken uniform was. Polypropyleen zakken met 1,2 kg aan substraat met een ring van plastic kregen een watten prop in de ring, zodat luchtuitwisseling mogelijk was. Het substraat bestond uit een mengsel van zaagmeel en zemelen. Na sterilisatie enten de kwekers de zakken één voor één door de prop er kort uit te halen en er broed bovenop te leggen. Na vier maanden (voor Shiitake) was het substraat doorgroeit en klaar om te fructificeren. Het plastic ging eraf en een temperatuurschok zorgde voor knoppen aan de bovenkant van het substraat. Met deze techniek bleek het mogelijk een groot aantal verschillende afvalstromen uit de landbouw te gaan benutten voor houtbewonende paddenstoelen. Maiskolven, katoenafval, katoenhulzen, grassen, miscanthus, kruiden en toeslagmiddelen als rijstvoermeel en maismeel zijn in de loop der jaren succesvol benut.

De oorspronkelijke teelt op houtstammen is duurzaam mits het bos voldoende tijd krijgt om weer op te groeien, maar in delen van China (waaronder de belangrijkste provincies voor

Tabel 3. Lijst van geschikte planten voor en paddenstoelen op het JUNCAO substraat.**Geschikte planten voor JUNCAO substraat**

Achnatherum splendens
Arundinella hirta
Arundinella nepalensis
Arundo donax
Cymbopogon citratus
Dicranopteris ampla
Dicranopteris dichotoma
Medicago sativa
Miscanthus floridulus
Miscanthus sacchariflorus
Miscanthus sinensis
Musa nana
Neyraudia reynaudiana
Paspalum wettsteinii
Pennisetum alopecuroides
Pennisetum purpureum
Phragmites communis
Pistia stratiotes
Saccharum arundinaceum
Saccharum robustum
Saccharum sinensis
Setaria anceps
Setaria italica
Sorghum propinquum
Sorghum sudanense
Sorghum vulgare
Spartina alterniflora
Themeda gigantea
Vetiveria zizanioides

Paddenstoelen op JUNCAO substraat

Agaricus bisporus
Agaricus brasiliensis (= *A. blazei*)
Agrocybe chaxingu
Agrocybe cylindracea
Armillaria mellea
Armillaria tabescens
Auricularia auricula-judae
Auricularia carnea
Auricularia delicata
Auricularia peltata
Auricularia polytricha
Dictyophora duplicata
Dictyophora indusiata
Dictyophora rubrovolvata
Flammulina velutipes
Ganoderma japonicum
Ganoderma lucidum
Grifola albicans
Grifola frondosa
Hericium erinaceus
Hypsizygus marmoreus
Lentinus edodes
Pholiota aegerita
Pholiota nameko
Pleurotus cornucopiae (*citrinopileatus*)
Pleurotus cystidiosus (*abalonus*)
Pleurotus ferulae
Pleurotus ostreatus
Pleurotus salmoneostramineus
Poria cocos
Stropharia rugoso-annulata
Trametes versicolor (= *Coriolus v.*)
Tremella aurantia
Tremella cinnabarina
Tremella fuciformis
Volvariella bombycina

Shiitake, Fujian en Zhejiang) vormden ontbossing en erosie een groot probleem. Door het hout te vervangen door diverse kruiden, die de boeren elk jaar kunnen oogsten, bleek het mogelijk een hogere productiviteit te combineren met herstel van het bos op de berghellingen. Deze zogenaamde JUNCAO methode (letterlijk paddenstoel-kruiden) is ontwikkeld door prof. Zhanxi Lin (Fujian Agriculture and Forestry University) en is inmiddels in meer dan vijftig landen in gebruik. Tabel 3 geeft een lijst met planten die voor dit substraat te gebruiken zijn, en de paddenstoelen die erop gekweekt kunnen worden.

De behandeling van dit JUNCAO substraat verschilt per soortengroep. Zo zijn de meeste oesterzwammen (met uitzondering van *Pleurotus eryngii* en *P. ferulae*) uitste-



Figuur 7. De oogst aan Konings-oesterzwammen (*Pleurotus eryngii*) bij een bedrijf in Korea. Slechts twee vruchtlichamen per fles mogen uitgroeien.

kend in staat gepasteuriseerd substraat te koloniseren, maar voor Shiitake en *Grifola* is sterilisatie het beste. Een aparte categorie vormen de paddenstoelen die op een gefermenteerd substraat leven, zoals *Agaricus* en *Coprinus*.

Restmateriaal

Een van de redenen waarom ik ooit besloot mij te verdiepen in paddenstoelen, was de nuttige rol die ze vervullen in het recyclen

van materialen. Nu is er op de duurzaamheid van paddenstoelen kweken best wat af te dingen als er grote hoeveelheden energie nodig zijn om het juiste klimaat te bewerkstelligen in de kweekruimte, maar vergeleken met andere gewassen steken paddenstoelen gunstig af. Zo is er veel minder water benodigd per kilo product in vergelijking met vele groenten.

In Nederland is de champignonsector een belangrijke afnemer van kuiken- en paardenmest. Vanwege deze oorsprong kreeg champost, het restmateriaal dat overblijft na het kweken van champignons, de status dierlijke mest. Als gevolg hiervan mag er maar een beperkte hoeveelheid champost over het land uitgereden worden. De champignonkwekers, die toch al te maken hebben met dalende opbrengsten voor hun product en stijgende kosten, moeten tegenwoordig betalen voor de afvoer van hoogwaardig organisch materiaal. Vandaar dat er op het ogenblik onderzoek plaatsvindt naar andere toepassingsmogelijkheden. De Rabobank erkent de problematiek van de sector en ondersteunt het onderzoek vanwege de mogelijke voordelen voor de sector en de voordelen op duurzaamheidsgebied. De champost bevat nog veel stikstof en fosfaat, die als voedsel dienen voor algen. Er zit zoveel lignine in, dat er een stabiele plaat ontstaat na verhitting en persen. Een onverwachte toepassing van paddenstoelen kan straks het kweken van dierlijk eiwit zijn. In China gebeurt dat al met oesterzwamsubstraat: na het oogsten gaat het substraat als veevoer naar varkens, hun mest is vervolgens de bron van energie in een vergistingsinstallatie. Met het biogas kookt de gemeenschap en pasteuriseert er het substraat mee. Het digestaat uit de vergister gaat weer naar de akkers, zodat de nutriënten de bodem verrijken. Champost is niet geschikt voor de conventionele dierhouderij, maar wellicht wel voor wormen, kakkerlakken of maden van wormen.

Zo blijft er altijd voldoende te onderzoeken in paddenstoelenland.

Figuur 8. De teelt van Volvariella (Beurszwammen) in Fujian vindt plaats op afgewerkte champignoncompost, waar de boeren katoenafval aan toevoegen.

