

Entwicklung alternativer Substrate für die Kulturpilzproduktion aus nachwachsenden Roh- und Reststoffen (PAS)

Development of Alternative Substrates for the Cultivated Fungi Production from Renewable Resources and Residual Matter (PAS)

Projektleiterin

Project leader:

Natalie Rangno

Projektbearbeiter

Persons in-charge:

Natalie Rangno,
Marco Mäbert,
Stefanie Kath,
Falk Schäfer

Fördermittelgeber

Funded by:

BMW i (INNO-KOM-Ost)

ZIELSTELLUNG

Ziel des Projektes war die Entwicklung von Rezepturen und Herstellungsverfahren für neuartige Substrate zur Produktion von Kulturpilzen am Beispiel von Referenzpilzen (Mandelpilz, Shiitake, Kräuterseitling) auf Basis nachwachsender Rohstoffe bzw. Reststoffe aus deren Verarbeitung.

VORGEHENSWEISE UND ERGEBNISSE

Es erfolgten Wachstumsversuche auf 29 Komponenten (7 Rohstoffe, 12 abgetragene Substrate aus der Pilzproduktion und 10 kommerzielle Produkte auf Pflanzenbasis) und deren Mischungen mit 25 Stämmen der Referenzpilze und 15 Stämmen anderer Kulturpilze. Der Einfluss einer hydrothermischen Vorbehandlung auf den Ertrag wurde an je 10 unbehandelten und vorbehandelten Komponenten untersucht. Die Vorbehandlung erfolgte im Kocher der IHD-Laborzerfaserungsanlage bei unterschiedlichen Temperaturen, Verweilzeiten sowie Überdrücken. Verschiedene Mischungen der Vorzugsvarianten sowie mineralische und proteinhaltige Zusätze wurden in Fruktifikations-Versuchen (0,2 kg Labormaßstab) getestet. Die Bewertung der Mustersubstrate (2,0 kg; Praxismaßstab) ergab sich anhand des Ertrags (Pilz-Frischmasse/Substrat-Frischmasse).

Es zeigte sich, dass die Substratkomponenten für jede Pilzart bzw. deren Stämme

OBJECTIVE

The objective of the project was to develop recipes and production methods for novel substrates for the production of cultivated fungi by example of referential mushrooms (himematsutake or ABM, shiitake, king oyster) on the bases of regenerative resource material or residual substances from their processing.

APPROACH AND RESULTS

Growth tests were made on 29 components (seven source materials, twelve substrates removed from the mushroom production and ten commercial products on vegetable basis) and their mixes with 25 strains of the referential mushrooms and 15 strains of other cultivated fungi. The influence of a hydrothermal pre-treatment on the yield was investigated on ten untreated and pre-treated components each. They were pre-treated in the cooker of the IHD laboratory defibration plant at various temperatures, retention times as well as excess pressures. Several mixes of the preferential variants as well as mineral and protein-containing additions were tested in fructification tests (0.2 kg on a laboratory scale). The model substrates (2.0 kg on industrial scale) were evaluated taking the yield into account (mass of fresh mushrooms/mass of fresh substrates). It was shown that the substrate compo-

individuell angepasst und optimiert werden müssen. So erreichte der Kräuterseitling auf schwach (170 °C, 5 min, 7 bar Überdruck) vorbehandelten Buchen-, Kiefer- bzw. Fichtenspänen höhere Erträge als auf nicht oder stark (205 °C, 10 min, 16 bar Überdruck) vorbehandelten Spänen. Das entwickelte Kräuterseitling-Mustersubstrat aus vorbehandelten Nadelholzspänen zeigte Erträge von 30 % im IHD-Labor- und 33 % im Praxisversuch (Champignonzucht Roland Münzner). Damit konnte der Ertrag um ca. 7 % gegenüber Laubholzspänen (ca. 20 bis 25 % in der Produktion) gesteigert werden.

Laut Literaturangaben liegen die Erträge des Mandelpilzes auf nicht kompostierten Substraten bei ca. 5 %. Mit den Mustersubstraten wurden Erträge bis 10 % (ohne Deckerde) erreicht. Besseres Wachstum zeigten schwach (170 °C, 10 min, 7 bar) vorbehandelte Substrate aus Weizenstroh bzw. Pappel- und Weidenholz sowie abgetragene, unbehandelte Buchenholz-Substrate

need to be adjusted individually and optimised for each mushroom species or their strains. The king oyster, for example, achieved higher yields on slightly (170 °C, 5 min, 7 bar excess pressure) pre-treated beech, pine or spruce chips than on not or strongly (205 °C, 10 min, 16 bar excess pressure) pre-treated chips. The king oyster model substrate developed out of pre-treated coniferous chips produced yields of 30 % in the IHD laboratory and 33 % in the practical test (Champignonzucht Roland Münzner). Thereby, the yield could be increased by approx. 7 % as compared to wood chips from deciduous trees (approx. 20 to 25 % in production).

According to the literature, the yields of the himematsutake or ABM on non-composted substrates range at approx. 5 %. Yields of up to 10 % (no casing soil) were achieved with the help of model substrates. Better growth was shown on slightly (170 °C, 10 min, 7 bar) pre-treated substrates of wheat straw or



Abb. 1: Im Projekt kultivierte Pilze: 1) Kräuterseitling, 2) Shiitake, 3) Mandelpilz oder ABM, 4) Blasser Kräuterseitling, 5) Weißer Buchenpilz, 6) Indischer Austernpilz

Fig. 1: Mushrooms cultivated in the project: 1) King oyster, 2) Shiitake, 3) Himematsutake or ABM, 4) White elf, 5) Buna-shimeji, 6) Indian oyster

von Austernseitling, Buchenpilz und Samthaube. Mit der entwickelten Deckerde aus langfaserigem Faserxylit wurden sogar bis 15 % Ertrag erzielt; zudem wurde nachgewiesen, dass sich Xylit (Ligninquelle, Feuchtespeicher) und Hanfstroh (Proteinquelle, Substratmung) positiv auf die Entwicklung der Fruchtkörper auswirkten.

Shiitake bevorzugte abgetragene und schwach vorbehandelte Substrate (170 °C, 5 min, 7 bar Überdruck) sowie unbehandelte Buchenspäne und Strohpellets. Mit den neuen Shiitake-Mustersubstraten konnte die Durchwachszeit gegenüber 5 Monaten in der Produktion halbiert werden. Die Erträge im Labor waren vergleichbar mit der Produktion, wiesen aber größere Schwankungen (10 bis 25 %) auf. Als Ursache dafür können die unterschiedlichen Gehalte an Lignin, Cellulose, Proteinen und Kohlenhydrate in den bis zu 30 % zugesetzten, abgetragenen Substraten angenommen werden.

Neben der chemischen Analyse wurden die Substrate mikrobiologisch auf Fremdkeime untersucht, um Synergisten und Antagonisten der Kulturpilze zu ermitteln. Die häufigsten Fremdkeime der Kulturpilze waren die Bakterien *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *Streptomyces album* sowie *Pseudomonas spp.* und die Pilze *Paecilomyces variotii* und *Trichoderma longibrachiatum*. Dabei zeigten z. B. *amyloliquefaciens* und *Streptomyces album* die höchste antagonistische Wirkung gegen verschiedene Pilze und zahlreiche Bakterien. Die höchste synergistische Wirkung wiesen dagegen die im Substrat des Mandelpilzes gefunden Fremdkeime auf. So förderten die Bakterien wie *Chryseobacterium wanjuense* und *Pseudoxanthomonas yeongjuensis* das Myzelwachstum, und Bakterien wie *Bacillus spp.* und *Paenibacillus spp.*

poplar and willow wood as well as removed, untreated beechwood substrates of the oyster mushroom, buna-shimeji and chestnut mushroom. Even 15 % could be achieved with the casing soil developed from long-fibre xylite fibres; it was also proven that xylite (a source of lignin, moisture storage) and hemp straw (a source of protein, substrate breathing) had a positive effect on the fruiting bodies.

Shiitake preferred removed and slightly pre-treated substrates (170 °C, 5 min, 7 bar excess pressure) as well as untreated beech chips and straw pellets. With the new shiitake model substrates, the break-through time could be halved compared to five months in production. The yields on the laboratory scale were comparable with those in production, but showed larger fluctuations (10 % to 25 %) auf. A reason for that can be seen in the varying contents of lignin, cellulose, proteins and carbohydrates in the removed substrates added by up to 30 %.

Apart from the chemical analysis, the substrates were investigated microbiologically for external germs to detect synergists and antagonists of the cultivated fungi. The most frequent external germs for the cultivated fungi were the bacteria *Bacillus subtilis*, *B. amyloliquefaciens*, *Streptomyces album* as well as *Pseudomonas spp.* and the fungi *Paecilomyces variotii* and *Trichoderma longibrachiatum*. Thereby, *amyloliquefaciens* and *Streptomyces album*, for example, showed the highest antagonist effect against several mushrooms and numerous bacteria. However, the external germs found in the substrate of the himematsutake or ABM showed the highest synergistic effect. The bacteria, such as *Chryseobacterium wanjuense* and *Pseudoxanthomonas yeongjuensis*, promoted

begünstigten die Fruktifikation, auch ohne die sonst übliche Deckerde.

ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Durch das Forschungsvorhaben konnten alternative und ertragssteigernde Pilzsubstrate aus einheimischen nachwachsenden Roh- bzw. Reststoffen für verschiedene Kulturpilze entwickelt werden (Abb. 1).

Da die Substrate aus mehreren Komponenten bestehen, ist es sinnvoll, diese für jede Pilzart individuell in pelletierter Form herzustellen. Das Projekt zeigte weiteren Forschungsbedarf auf, insbesondere zur biologischen, chemischen und biotechnologischen Analyse der Pilzkultivierung sowie zur wirtschaftlichen Herstellung vorbehandelter bzw. pelletierter Substratkomponenten.

mycelial growth, and bacteria, such as the *Bacillus spp.* and *Paenibacillus spp.* encouraged fructification, even without topsoil that is otherwise usual.

SUMMARY AND OUTLOOK

The research project helped to develop alternative and yield-raising mushroom substrates from domestic regenerative resources or residual matter for several cultivated fungi (Fig. 1).

Cultivated mushrooms not only serve as edible mushrooms, but also as medicinal or nutritional supplements.

As the substrates consist of multiple components, it is sensible to manufacture them for each mushroom species individually in pelletised form. The project showed further need for research, especially regarding biological, chemical and biotechnological analysis of mushroom cultivation, as well as for the efficient production of pre-treated or pelletised substrate components.