



Die Gewinnung neuer Materialien aus Pilzen ist ein zunehmend interessanter Forschungsbereich. In einem Forschungsprojekt an der Swedish School of Textiles der Universität Borås hat das Nassspinnen von pilzlichem Zellwandmaterial vielversprechende Ergebnisse gezeigt. Im Rahmen des Projekts wurden Pilze auf Brotresten gezüchtet, um Textilfasern mit Potenzial für den Bereich der Medizintechnik herzustellen.



Foto Ida Danell

Das Projekt von Sofie Svensson zielt unter anderem auf die globalen Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen 9 (nachhaltige Industrie, Innovation und Infrastruktur) und 12 (nachhaltiger Konsum und nachhaltige Produktion) ab, indem es ressourcen- und kosteneffiziente Methoden mit geringeren Auswirkungen auf Mensch und Umwelt einsetzt.

Sofie Svensson, die vor kurzem ihre Dissertation im Fachgebiet der Ressourcenrückgewinnung verteidigt hat, erklärte:

„In meinem Forschungsprojekt geht es um die Entwicklung von Fasern, die aus Fadenpilzen für textile Anwendungen gesponnen werden. Die Pilze wurden auf Brotabfällen aus Lebensmittelläden gezüchtet. Abfälle, die andernfalls erhebliche Auswirkungen auf die Umwelt hätten, wenn sie weggeworfen würden.

Die Neuartigkeit des Projekts liegt in der eingesetzten Methode - dem Nassspinnen von Zellwandmaterial.

„Nassspinnen ist ein Verfahren, mit dem Fasern (Filamente) aus Materialien wie Zellulose gesponnen werden. In diesem Projekt wurde Zellwandmaterial aus fadenförmigen Pilzen verwendet, um Fasern durch Nassspin-

nen herzustellen. Das Zellwandmaterial der Pilze enthält verschiedene Polymere, hauptsächlich Polysaccharide wie Chitin, Chitosan und Glucan. Die Herausforderung bestand darin, das Material zu spinnen. Es dauerte zunächst einige Zeit, bis wir die richtigen Bedingungen gefunden hatten“, erläuterte Sofie Svensson.



Grafik: Elias at Pixabay

Antibakterielle Eigenschaften

Pilzfäden wurden in Bioreaktoren kultiviert, um Pilzbiomasse zu erzeugen. Anschließend wurde Zellwandmaterial aus der Pilzbiomasse isoliert und zum Spinnen eines Fadens verwendet, der auf seine Eignung für medizinische Anwendungen getestet wurde.

„Tests der Fasern zeigten eine Kompatibilität mit Hautzellen und wiesen auch auf eine antibakterielle Wirkung hin“, sagte Sofie Svensson und fügte hinzu: „Bei der Methode, mit der wir gearbeitet haben, haben wir uns auf die Verwendung milderer Verfahren und Chemikalien konzentriert. Die Verwendung gefährlicher und giftiger Chemikalien ist derzeit eine Herausforderung in der Textilindustrie, und die Entwicklung nachhaltiger Materialien ist wichtig, um die Umweltbelastung zu verringern.“

Welche Bedeutung haben die Ergebnisse?

„Neue Materialien aus Pilzen sind ein aufstrebendes Forschungsgebiet. Hoffentlich kann diese Forschung zur Entwicklung neuer nachhaltiger Materialien aus Pilzen beitragen“, so Sofie Svensson.

Das Interesse der Community war während des Projekts sehr groß, und viele standen der Entwicklung dieser Art von Materialien positiv gegenüber.

Wann werden wir Produkte sehen, die aus diesen Fasern hergestellt werden?

„Diese spezielle Methode befindet sich im Labor-Maßstab und noch in der Forschungsphase“, erklärte sie.

Das Promotionsprojekt wurde im Rahmen des größeren Forschungsprojekts Sustainable Fungal Textiles durchgeführt: *Ein neuartiger Ansatz für die Wiederverwendung von Lebensmittelabfällen.*



Fotocollage von Brotabfällen, die zum Trocknen ausgelegt wurden, Fadenpilzen unter dem Mikroskop, Prototypen von Pilzgarn, lederähnlichem Material und Kunststoffen. Die Forscherinnen Alice Lind, Sofie Svensson und Kanishka Wijayarathna im Biotechnologielabor mit Beuteln der geernteten Pilzbiomasse. Fotos von Kanishka Wijayarathna (Brotabfälle), Erik Norving (Prototypen), Andreas Nordin (Forschende) und Sofie Svensson (Mikroskop).

Was ist der nächste Schritt in der Forschung über Pilzfasern?

„Künftige Studien könnten sich auf die Optimierung des Nassspinnverfahrens konzentrieren, um eine kontinuierliche Produktion von Pilzfasern zu erreichen. Außerdem könnte man die Kultivierung von Pilzen auf anderen Arten von Lebensmittelabfällen testen.“

Wie haben Sie Ihre Zeit als Doktorand im Bereich Ressourcenrückgewinnung erlebt?

„Es war eine intensive Zeit als Doktorandin, in der ich wirklich herausgefordert wurde und mich sehr weiterentwickelt habe.“

Was ist Ihr nächster Schritt?

„Ich werde eine Weile in Elternzeit gehen, bevor ich den nächsten Schritt mache, über den noch nicht entschieden wurde.“

Sofie Svensson verteidigte ihre Dissertation am 14. Juni 2024 im Swedish Centre for Resource Recovery der Universität Borås.

[Development of Filaments Using Cell Wall Material of Filamentous Fungi Grown on Bread Waste for Application in Medical Textiles](#)

Zweitgutachter: Han Hösten, Professor, Utrecht University

Betreuender Professor: Akram Zamani, Associate Professor, University of Borås

Mitbetreuer: Minna Hakkarainen, Professor, KTH; Lena Berglin, Associate Professor, University of Borås

Quelle: University of Borås, Solveig Klug

Kurzfassung der Dissertation

Es besteht ein Bedarf an neuen nachhaltigen Textilien, um die Probleme im Zusammenhang mit der Herstellung der derzeitigen Textilien zu verringern, darunter die Nutzung nicht erneuerbarer Ressourcen, die Verknappung von Baumwolle und der Einsatz schädlicher Chemikalien. Biobasierte Materialien, die aus natürlichen Biopolymeren entwickelt werden, stoßen auf zunehmendes Interesse als nachhaltige Alternativen zu Materialien auf fossiler Basis. Biopolymere werden von lebenden Organismen wie Pflanzen und Mikroorganismen hergestellt. Die Kultivierung fadenförmiger Pilze führt zu einer Pilzbiomasse, die reich an Biopolymeren ist. In Pilzbioraffinerien können Lebensmittelabfälle durch die Kultivierung von Pilzen verwertet werden, was zu einer breiten Palette von Produkten mit hohem Mehrwert führt.

In dieser Studie wurden Filamente aus dem Zellwandmaterial von Fadenpilzen, die auf Brotabfällen wachsen, entwickelt und für die Verwendung in medizinischen Textilien untersucht. Die entwickelte Methode zur Herstellung von Filamenten nutzt unschädliche Verfahren und verwendet Lebensmittelabfälle wieder. Pilzbiomasse hat lange, verzweigte Fäden, Hyphen genannt, Mikrofasern mit 2-10 µm Durchmesser, die ein starkes und flexibles Netzwerk (Myzel) bilden. Diese Merkmale sowie die Eigenschaften der Biopolymere in der Pilzzellwand machen Myzelien zu einem vielversprechenden Kandidaten für die Herstellung neuartiger Materialien. Die aus Pilzbiomasse (Myzelien) isolierte Pilzzellwand besteht aus einer Matrix von Biopolymeren, darunter Chitin, Chitosan und Glucan. Ziel war es, das Zellwandmaterial direkt für die Entwicklung von Filamenten zu nutzen, ohne dass eine aufwändige Reinigung dieser Biopolymere erforderlich ist.

Pilzbiomasse wurde durch die Kultivierung eines essbaren Fadenpilzes (*Rhizopus delemar*) mit einer Zellwand, die reich an Chitosan und Chitin ist, gewonnen. Die Submerskultivierung unter Verwendung von Brotabfällen als Substrat wurde in verschiedenen Größenordnungen demonstriert, von 0,2-L-Schüttelkolben bis hin zu einem 1,3-m³-Bioreaktor. Zunächst wurde durch eine milde enzymatische Behandlung ein Proteinhydrolysat aus der Pilzbiomasse gewonnen. Das Proteinhydrolysat zeigte Potenzial als Emulgator und Schaumbildner. Das noch nicht getrocknete Zellwandmaterial wurde durch Alkalibehandlung für die Filamentherstellung isoliert. Nach Zugabe von Milchsäure bildeten sich aus dem Zellwandmaterial Hydrogele. Die Hydrogelbildung wurde auf die Protonierung der Aminogruppen des in der Zellwand vorhandenen Chitosans zurückgeführt. Die Hydrogele wurden unter Verwendung von Ethanol als Koagulationsmittel zu Monofilamenten nass gesponnen. Das Nassspinnverfahren führte zu einer Ausrichtung der Pilzmikrofasern entlang der Monofilamentachse, woraufhin die koagulierten Monofilamente aus dem Koagulationsbad entnommen und getrocknet wurden. Die hergestellten Monofilamente wurden hinsichtlich ihrer Morphologie, ihrer mechanischen Eigenschaften, ihrer antibakteriellen Eigenschaften, ihrer Biokompatibilität mit Fibroblasten, ihrer Wundheilung und ihres Degradationsverhaltens charakterisiert. Die mechanischen Eigenschaften der Monofilamente umfassten eine Zugfestigkeit von 106 MPa und eine Bruchdehnung von bis zu 28 %. Die Pilzmonofilamente werden aufgrund ihrer Biokompatibilität mit menschlichen Fibroblastenzellen und ihrer antibakteriellen und wundheilenden Eigenschaften als geeignete Kandidaten für Anwendungen in medizinischen Textilien vorgeschlagen.

Diese Methode wurde auch auf einen anderen Stamm von essbaren Fadenpilzen (*Aspergillus oryzae*) angewandt, dessen Zellwand hauptsächlich aus Chitin und Glucan besteht. Das aus *A. oryzae* gewonnene Zellwandmaterial wurde einer Deacetylierung und Gefrier-Auftau-Vorbehandlung unterzogen, um eine Gelierung zu erreichen, und die gebildeten Hydrogele wurden erfolgreich nass zu Monofilamenten gesponnen.

In dieser Arbeit wird das Potenzial der Verwertung von Brotabfällen zu Mehrwertprodukten auf der Grundlage eines Bioraffineriekonzepts unter Verwendung verschiedener essbarer Pilzstämmen vorgestellt. Der Schwerpunkt dieses Prozesses liegt auf Skalierbarkeit und Umweltfreundlichkeit. Diese Studie trägt zur Entwicklung neuartiger Biomaterialien und Pilzproteine aus Pilzzellwänden bei, die in medizinischen Textilien bzw. Lebensmitteln eingesetzt werden können.