

TransMIT Gesellschaft für Technologietransfer mbH, Gießen

Faserinstitut Bremen e.V. - FIBRE -, Bremen

Industrie-Verband Garne + Gewebe e.V., Eschborn

Institut für Angewandte Botanik, Universität Hamburg

Röhm-Enzyme GmbH, Darmstadt

Mikrobiologisch-enzymatischer Aufschluss von Hanf zur Fasergewinnung

-Entwicklung eines biotechnologischen Verfahrens zur Gewinnung
von Hanffasern für textile Anwendungen-

Abschlussbericht

Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück / Projektnummer: 13011

Abschlussbericht

Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück / Projektnummer: 13011

Mikrobiologisch-enzymatischer Aufschluss von Hanf zur Fasergewinnung

-Entwicklung eines biotechnologischen Verfahrens zur Gewinnung
von Hanffasern für textile Anwendungen-

Bearbeitung und Bericht:

Faserinstitut Bremen e.V. - FIBRE -, Bremen, Dipl.-Ing. Jörg Müssig
Institut für Angewandte Botanik, Universität Hamburg, Dr. Jens Dreyer

Forschungsvorhaben Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück / Projektnummer: 13011

Mikrobiologisch-enzymatischer Aufschluss von Hanf zur Fasergewinnung
-Entwicklung eines biotechnologischen Verfahrens zur Gewinnung von Hanffasern für textile
Anwendungen-

Zusammenfassung

Anhand von Analysen der verwendeten Hanfproben wurden diese Rohstoffe bezüglich der Eigenschaften Fasergehalt, Staubgehalt, Pektin- und Ligningehalt charakterisiert und damit für die folgenden Untersuchungen vergleichbar gemacht. Ebenso wurde der Anteil von löslichen Fraktionen in Form des Cyclohexan-Ethanol- und Heisswasserextraktes bestimmt.

Parallele Feldröstversuche haben praktische Erfahrungen auf dem Gebiet der Röstdauer hervorgebracht.

Zur Orientierung, welche Qualitäten mit dem enzymatischen Aufschluss erreicht werden sollten, wurden verschiedene auf dem Markt erhältliche, chemisch aufgeschlossene Proben beschafft und genau analysiert. Hierbei handelte es sich insbesondere um chemisch aufgeschlossene Hanffaserbündel aus China, die bereits im Bereich der Bekleidungstextilien eingesetzt werden.

Es wurde ein möglicher Ablauf für einen enzymatischen Aufschluss erarbeitet. Für den enzymatischen Aufschluss wurden verschiedene Enzympräparate getestet. Die gewonnenen Hanffaserbündel wurden hinsichtlich ihrer Feinheit und Festigkeit untersucht. Hierbei wurde zur Bestimmung der Faserbündelbreite das bildanalytische Messverfahren OFDA eingesetzt. Zur Ermittlung möglicher Schädigungen der Fasern durch den Aufschluss kam die Kollektivfestigkeitsmessung mittels Stelometer zum Einsatz. Es zeigte sich, dass nur einige Pektinasen für einen Hanffaseraufschluss geeignet waren, da beim Einsatz einiger Präparate eine erhebliche Schädigung der Fasern festgestellt werden musste.

Es wurden Bedingungen gefunden, bei denen durch enzymatischen Aufschluss feine und feste Faserbündel gewonnen werden können. Die besten Ergebnisse wurden mit einer Pektinlyase (BioPrep 3000 L) bei einer Wassertemperatur von 50°C im Schüttelbad, einem pH-Wert von ca. 8 und einem Flottenverhältnis von 1:10 erzielt.

Insgesamt konnte gezeigt werden, dass der Einsatz von Enzymen zum Aufschluss von Hanffaserbündeln geeignet gestaltet werden kann. Damit steht zukünftig eine interessante Alternative zu den umweltbelastenden chemischen Aufschlüssen zur Verfügung.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	I
Inhaltsverzeichnis	III
1 Kurzübersicht	1
2 Zielsetzung	2
3 Einleitung	3
4 Methoden der Charakterisierung	5
4.1 Bestimmung des Reinfasergehaltes nach Bredemann	5
4.2 Bestimmung des Staubgehaltes von Faserbündel	5
4.3 Bestimmung des Pektidgehaltes	5
4.4 Bestimmung der Ligningehalte.....	7
4.5 Bestimmung des Cyclohexan-Ethanol- und Heisswasserextraktes	7
4.6 Bestimmung der Festigkeit von Faserbündelkollektiven.....	7
4.7 Bestimmung der Faserbündelbreite	9
5 Charakterisierung der verwendeten Rohstoffe	11
5.1 Bestimmung des Reinfasergehalts nach Bredemann	12
5.2 Bestimmung des Staubgehalts der Varianten 2c und 4c	13
5.3 Bestimmung des Pektidgehaltes der Varianten 2c und 4c	13
5.4 Bestimmung der Ligningehalte der Varianten 2c und 4c	14
5.5 Bestimmung des Cyclohexan-Ethanol- und Heisswasserextraktes der Varianten 2c und 4c.....	15
6 Referenzproben	16
7 Aufschlussversuche	19
7.1 Chemischer Aufschluss der Hanffasern der Varianten 2c und 4c.....	19
7.2 Enzymatischer Aufschluss der Hanffasern	19
7.2.1 Zeitlicher Einfluss des Auslaugens der Proben in Wasser	25

7.2.2	Einfluss des pH-Wertes auf die Feinheit und Festigkeit von Hanffasern	27
7.3	Aufschlüsse mit neuen Pektinase-Präparaten	27
7.4	Enzymatischer Aufschlussprozess	30
8	Fazit.....	33
9	Zusammenfassung	34
10	Danksagung	35
11	Veröffentlichungen und Vorträge.....	36
12	Literatur	38
13	Patentverzeichnis.....	43

1 Kurzübersicht

Projekttitel:	Mikrobiologisch-enzymatischer Aufschluss von Hanf zur Faser- gewinnung -Entwicklung eines biotechnologischen Verfahrens zur Gewinnung von Hanffasern für textile Anwendungen-
Projektträger:	Deutsche Bundesstiftung Umwelt, Osnabrück
Projektnummer:	13011
Bearbeitungszeitraum:	01.07.1999 – 30.06.2000
Berichtszeitraum:	gesamte Projektlaufzeit
Projektkoordinator:	TransMIT Gesellschaft für Technologietransfer mbH, Gießen
Projektpartner:	Faserinstitut Bremen e.V. - FIBRE -, Bremen Industrie-Verband Garne + Gewebe e.V., Eschborn Institut für angewandte Botanik, Universität Hamburg Röhm-Enzyme GmbH, Darmstadt

2 Zielsetzung

Ziel dieser Untersuchung ist die Erarbeitung von Grundlagen für ein biotechnisches Verfahren zur Gewinnung von Hanffasern für Anwendungen im Bekleidungstextilbereich. Insbesondere sollen reproduzierbare Bedingungen in wässriger Phase gefunden werden, bei denen möglichst feine Faserbündel mit hohen Festigkeiten produziert werden können. Für die Verspinnung von Hanffasern mittels moderner Spinnverfahren (z.B. Rotorspinnverfahren) werden sehr feine und gleichzeitig feste Faserbündel benötigt.

Es sollen Versuche zur Feldröste von Hanfstängeln durchgeführt werden, um den Prozess der Röste besser beschreiben zu können und günstige Röstdauern und Termine für den Beginn der Röste zu ermitteln.

Das zu erarbeitende Aufschlussverfahren besteht aus mehreren Schritten, beginnend mit dem zu optimierenden Nachernteverfahren (Feldröste), einer mechanischen Entholzung sowie einem Grobaufschluss und einem zu entwickelnden mikrobiologisch-enzymatischen Feinaufschlussverfahren. Beim Feinaufschlussverfahren gilt es, verschiedene Ansätze und Präparate in Kleinversuchen unter unterschiedlichen Bedingungen zu testen und die aufgeschlossenen Faserbündel qualitativ zu beurteilen.

Eine Rohstoffanalyse bezüglich der Eigenschaften Fasergehalt, Staubgehalt, Pektingehalt, Ligningehalt, Cyclohexan-Ethanol- und Heisswasserextraktion, dient der Übertragbarkeit der Ergebnisse auf weitere Versuche und der Einstellung von Versuchsparametern.

3 Einleitung

Im Bekleidungsbereich wird gegenwärtig überwiegend Hanfgewebe verarbeitet, das als Rohgewebe aus China eingeführt wird. Der Einstieg großer Konfektionäre in den Hanfbereich eröffnet für Hanf-Kollektionen interessante Absatzperspektiven. Die auf dem Markt zu beziehenden Hanfgarne werden überwiegend nach dem traditionellen Langfaser-Nassspinnverfahren hergestellt. In Deutschland existieren mittlerweile kaum noch Spinnereien, die diese Technik einsetzen. Außerdem erfordert diese Spinnereitechnik Ernte- und Aufschlussverfahren, die in Deutschland aus wirtschaftlichen und zum Teil ökologischen Aspekten nicht mehr praktikabel sind. Aus verarbeitungstechnischer Sicht genügen diese Garne nicht den Anforderungen der Leistungsfähigkeit moderner Webereiprozesse. Wegen der sehr geringen Dehnungswerte der Garne aus dem Langfaser-Nassspinnverfahren können diese auf Hochleistungswebstühlen in der Regel nur als Schussfäden eingesetzt werden. Die Kettfäden bestehen wegen der geforderten höheren Dehnungswerte z.B. aus Baumwolle. Um Hanf aus deutschem Anbau im deutschen Textilbereich wieder zu etablieren, wäre es von Bedeutung, einerseits ring- oder rotorverspinnbare Hanffasern mit einem entsprechenden Aufschlussverfahren zu erzeugen und andererseits die Verspinnbarkeit dieser Fasern z.B. in Mischungen mit Baumwolle oder Wolle und die anschließende Verwebbarkeit der Garne mit modernen Textilmaschinen zu demonstrieren.

Aufgrund der gesammelten Erfahrungen reicht es für die spätere Verspinnung im Rotorspinnverfahren nicht aus, mechanisch fein aufgelöste Hanffaserbündel einzusetzen. Vielmehr müssen die Hanffaserbündel mit chemischen, chemisch/physikalischen oder wie hier geplant mit enzymatischen Verfahren verfeinert werden. Die derzeit in größeren Mengen beziehbaren chemisch aufgeschlossenen Hanffasern im Stapelbereich der Wolle oder Baumwolle stammen aus China. Die Auswirkungen der hierzu eingesetzten Verfahren auf die Umwelt sind aus ökologischen Gesichtspunkten kritisch zu beurteilen. Problematisch gestaltet sich beispielsweise die Reinigung der anfallenden Abwässer.

Sinnvoller als der Einsatz von Chemikalien ist die Übertragung von natürlich vorkommenden Aufschlussprozessen in eine biotechnische und umweltfreundlichere Anwendung. Traditionell werden die heimischen Faserpflanzen Hanf, Flachs und Nessel nach der Ernte einer sogenannten Feld- oder Wasserröste unterzogen. Bei dem traditionellen Feld- oder Tauröstverfahren wird der Abbau der Rindenschicht durch niedere Pilze und Bakterien erreicht. Hier-

zu muss der Wachstumsprozeß der Pflanze beendet und die Pflanze getrocknet werden. Beim Trocknen reißt die Oberhaut (*Epidermis*) auf und Mikroorganismen können bei Feuchtigkeit (Tau) eindringen. Das Mycelium von Pilzen durchwächst die Rindenschicht (*Parenchym-schicht*) und zerstört durch produzierte Enzyme z.B. die Pektine. Hierbei ist zu beachten, dass durch die Röste möglichst kein Abbau der Zellulose stattfindet, da hierdurch insbesondere die Reißfestigkeit der Fasern abnimmt.

Im Verlaufe der Feldröste kann neben vielen anderen Mikroorganismen unter anderem der Pilz *Aspergillus niger* gefunden werden, dessen Enzyme maßgeblich an dem Abbau der Pektine und dem Aufschluss der Faserbündel beteiligt sind. Von einigen Firmen, die Enzyme herstellen, werden aus dem sogenannten Kulturfiltrat dieses Pilzstammes Enzyme gewonnen, welche, eingesetzt in Bioreaktoren, die Kittsubstanzen der Rindenschicht von Faserpflanzen abbauen können.

Da seit 1996 in Deutschland wieder Hanf produziert werden kann und die Anbaufläche 1998 auf ca. 3.500 ha (EU ca. 35.000 ha) angestiegen ist [BMELF 1998], wird die Forderung nach der inländischen Produktion von qualitativ hochwertigen Hanffasergemischen aus der Industrie und den Verbänden immer deutlicher.

Für Pflanzenzucht, Anbau und Weiterverarbeitung ergeben sich daraus viele neue Aufgabenstellungen. Auf Grund z.T. gravierend veränderter Randbedingungen und Anforderungen kann auf alte Verfahren nur sehr begrenzt zurückgegriffen werden. Eine Nachfrage von textilen Hanfprodukten von Seiten der Hersteller und Vertreiber ist nachweisbar vorhanden. In den letzten Jahren ist es zu verstärkten Importen von qualitativ sehr unterschiedlichen Hanffasern, Hanffasermischgarnen und Hanffasermischgeweben aus v.a. der V.R. China und einigen osteuropäischen Ländern gekommen. GAJETZKY beziffert in einer Studie des NOVA Institutes (1996) den Umfang der Importe auf ca. 10 Mio. DM.

Solange jedoch kein ökonomisch und ökologisch vertretbares Aufschlussverfahren zur Gewinnung von Lang- und Kurzfasern mit reproduzierbarer Qualität etabliert ist, wird es keinen Durchbruch beim textilen Einsatz von Faserhanf geben. Derzeit verfügbare Aufschlussverfahren sind ökologisch fragwürdig und/oder noch nicht ausreichend praxiserprobt. Ziel ist es daher, den Aufschluss der Hanffaser soweit zu optimieren und zu standardisieren, dass Hanf im Bekleidungs- und Haustextilienbereich eingesetzt werden kann.