

Verringerung der Schmutzaufnahme von Baumwollfasern unter Erhalt der Hydrophilie durch kontrollierte Siloxan Infiltration

16791 N

Ziel war es, Strategien zur Synthese biomimetischer und biologisch abbaubarer "Anti-soil" Verbindungen für Zellulosematerialien zu entwickeln. Dazu sollte die Bindungsspezifität der Zellulose binding domain (CBD) von Cellulasen für eine selektive Modifikation der inneren Grenzflächen von Zellulosefasern genutzt werden. Zunächst wurden biomimetische, biologisch abbaubare Hybridmaterialien zur Verknüpfung Zellulose-bindender Motive mit den vorteilhaften Eigenschaften von Poly(dimethylsiloxanen) (PDMS) synthetisiert. Sie gewährleisteten eine dauerhafte Imprägnierung der kristallinen Bereiche der Zelluloseketten und schirmten sie gegen Verschmutzung ab. Als Bindungsanker waren die komplette CBD, CBD-Mimikry-Peptide und sog. Pseudo-CBD-Polysiloxane mit Aminosäureseitenketten im Polymer-Rückgrat vorgesehen.

Die Isolierung der CBD-Domäne aus kommerzieller Cellulase-Präparation erfolgte nach enzymatischem Verdau und Aufreinigung durch Ultrafiltration. Die Kontrolle mit MALDI-ToF-MS zeigte, dass diese Methode nur zu einer geringen Ausbeute an CBD führt. Dieser Ansatz wurde daher aus Kostengründen nicht weiterverfolgt.

CBD-Mimikry-Peptide wie Pseudo-CBD-Polysiloxane wurden entsprechend den Faktoren entwickelt, die die Adsorption der Cellulasen steuern: 1) die Ausbildung einer planaren Struktur durch Ansammlung hydrophober Peptide mit Tyrosin- oder Tryptophanresten assoziiert mit Asparagin und Glutamin, 2) die Ausbildung multipler Wasserstoffbrückenbindungen zu den Glukoseeinheiten der Zellulose 3) die Steifheit der bindenden CBD - Oberfläche (Gesicht) als Bedingung für die präzise räumliche Anordnung bei der Bindung an die kristallinen Zellulose-Mizellen.

Festlegung und Design von Peptiden mit "bindenden" Sequenzen wurden durch Computer-gestützte molekulare Modellierung mit einem Ab initio Programm bestimmt und eine Liste von Peptiden erstellt, deren Struktur eine hohe Affinität zur Zellulose ermöglicht.

Weiterhin wurden Synthesewege für industriell realisierbare funktionale Pseudo-CBD-Polysiloxane mit Aminosäure-Mimikry-Seitenketten in den erforderlichen stöchiometrischen Verhältnissen erarbeitet.

Die Synthesestrategie der Umsetzung von Epoxid-funktionalisierten Poly(siloxanen) mit Tryptamin und N-aminoethyl-2-imidazolidinon stellte sich als sehr gute Möglichkeit zur Einführung der erforderlichen Seitenketten zum Mimikry von Tryptophan und Elementen mit den γ -Amidfunktionen von Glutamin bzw. Asparagin in qualitativer Weise und auch in den gewünschten Mengenverhältnissen heraus.

Für ausgewählte Exemplare der Pseudo-CBD-Polysiloxane wurde das Proof of Concept für die Spezifität der Adsorption auf kristalline bzw. amorphe Cellulosebereiche sowie auch der Nachweis der Permanenz der Bindung über multiple Wasserstoffbrückenbindungen geführt.

Am Beispiel der wasserlöslichen PDMS-Aminosäure-Hybride MD₅D₁₁^{Indol}_M und MD₅D₁₁^{Phenol}_M zeigte sich, dass MD₅D₁₁^{Indol}_M spezifisch an die kristalline Modifikation (Avicel) adsorbiert; es ist keine Adsorption an die Variante mit hohem Anteil amorpher Zellulose (Sigmacell) zu verzeichnen. MD₅D₁₁^{Phenol}_M adsorbiert an beide Varianten, doch wird an die kristalline Modifikation deutlich mehr MD₅D₁₁^{Phenol}_M adsorbiert als an die Variante mit 50% amorphem/50% kristallinem Anteil (Sigmacell PH 101).

Die Permanenz der Bindung von Pseudo-CBD-Poly(siloxanen) über die Ausbildung multipler Wasserstoffbrückenbindungen wurde am Beispiel eines Imidazolidinon-modifizierten Siloxans MD₅D₂₅^{Imidazolidinon}_M bestätigt. Auch die imprägnierende Wirkung eines Imidazolidinon-modifizierten Siloxans MD₅D₂₅^{Imidazolidinon}_M gegenüber Modellschmutz ließ sich mit Multivitaminsaft zeigen.

Nutznieser dieser Projektergebnisse sind kleine und mittelständische Betriebe aus den Branchen Biotechnologie, chemischer Industrie, Papierindustrie, Faserstoffindustrie und Textilindustrie. Die Ergebnisse liefern Ansätze für ökologisch und ökonomisch optimierte Prozesse zur Veredlung von Zellulosesubstraten in kleinen und mittelständischen Betrieben der Textil- und Papierindustrie.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema vom 11/10 bis 10/12 vom **DWI an der RWTH Aachen e.V.** (Pauwelsstraße 8, 52056 Aachen, Tel.-Nr. 0241/80233-00) unter der Leitung von Dr. rer. nat. Andreas Körner (Leiter der Forschungsstelle Prof. Dr. rer. nat. Martin Möller).

[--> TIB](#)

Gefördert durch:



Das IGF-Vorhaben Nr. 16791 N der Forschungsvereinigung DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages