

Chitin / Chitosan für Dentalpflege

Auf dem Gebiet der Chitosan-Forschung war in den letzten Jahrzehnten der Fachbereich Technik mit der Abteilung Naturwissenschaftliche Technik der Hochschule Emden/Leer aktiv. Die Forschungsaktivitäten auf dem Chitosan-Gebiet wurden am Emden Institut für Umwelttechnik (EUTEC), einem An-Institut der Hochschule Emden/Leer unter Dr. W. Lindenthal durchgeführt. Ein wesentliches Arbeitsgebiet war die Verwendung von Chitosan für die Zahnpflege.

Was ist Chitin / Chitosan?

Chitin ist mit der Cellulose verwandt. Beide sind β -1,4-verknüpfte gluco-konfigurierte Homopolymere.

Chitosan unterscheidet sich vom Chitin durch das Vorhandensein freier Aminogruppen.

Die Umwandlung des chemisch nahezu inerten Chitins zum löslichen Chitosan erfolgt durch die Deacetylierung der Acetamido-Gruppe.

Im Rahmen der Forschungsarbeiten wurde Herstellungsverfahren modifiziert, so dass Chitosan mit definierter Qualität hergestellt werden konnte.

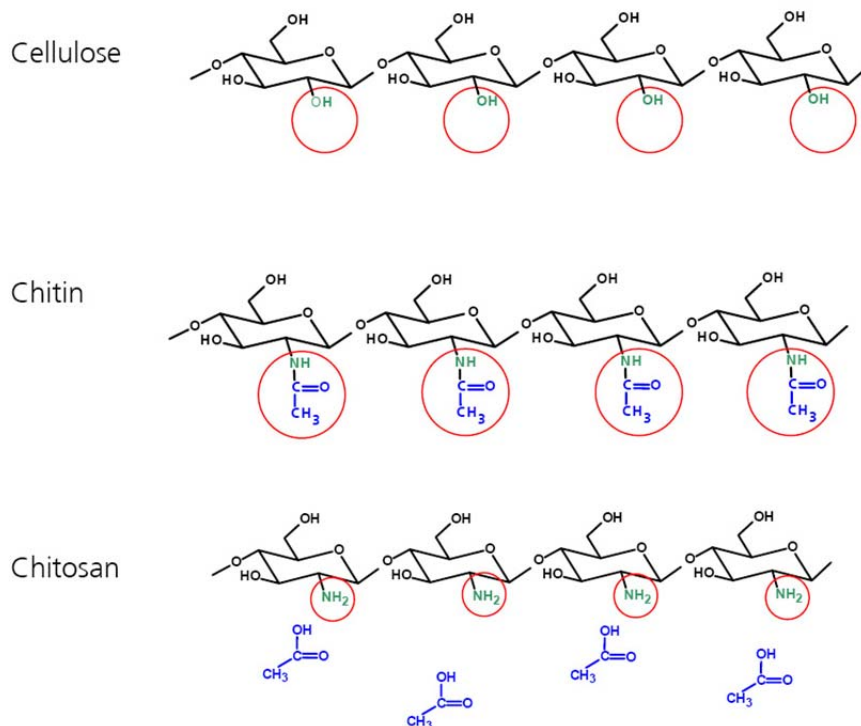


Abb.1: Die Struktur von Cellulose, Chitin und Chitosan

Natürliches Chitin hat eine mittlere Molmasse von $1 - 2 \times 10^6$ Dalton und damit Kettenlängen von 6.000 – 12.000 Monosaccharid-Einheiten.

Das Chitosan hat eine geringere mittlere Molmasse, da bei der Umwandlung auch teilweise eine Spaltung der Ketten erfolgt.

Vorkommen

Chitin ist ein Hauptbestandteil der Hüllsubstanz der Gliederfüßer (Arthropoda), das heißt der Spinnenartigen (Chelicerata), Insekten (Insectacea) und Krebstiere (Crustacea). Weiters kommt es in Pilzen und bei einigen Arten der Wirbellosen vor.

Eigenschaften von Chitosan, die für die Verwendung im Dentalbereich z.B. in einer Zahnpasta wichtig sind

- Chitosan bindet schädliche Mundkeime wie Streptokokken, die für die Bildung von Zahnkaries verantwortlich sind (experimentell am Institut für Umwelttechnik EUTEC nachgewiesen).
Muzzarelli [1997] sowie Sano [1991] beschreiben in ausführlichen Studien, dass Streptokokken sich nach einer Chitosan-Behandlung der Zahnoberfläche nicht mehr auf dieser anlagern.
Die an das Chitosan in der Zahnpasta gebundenen Bakterien werden nach dem Zähneputzen einfach mit dem Mundspülwasser ausgespült.
- Chitosan fördert die Wundheilung [Ishihara, 2002] – ein wichtiger Aspekt für Parodontitis-Patienten. Es hat einen positiven Einfluss auf die Regeneration der Mundschleimhaut.
- Chitosan bindet spezifisch Schwermetalle wie z.B. das eventuell aus Amalgamfüllungen austretende Quecksilber.
Am Institut für Umwelttechnik EUTEC sind die schwermetallbindenden Eigenschaften von Chitosan experimentell untersucht worden [Becker, 1998].
Auch Muzzarelli [1974] und andere [Guibal, 1997; Domard, 2000] haben in ihren Studien die schwermetallbindenden Eigenschaften von Chitosan untersucht und nachgewiesen.
- Chitosan bildet auf glatten Oberflächen Filme [Remunan-Lopez, 1996; Park, 1999]. Es wird davon ausgegangen, dass Chitosan auch auf der (geputzten) Zahnoberfläche Filme bilden kann und sie damit gegen schädliche Einflüsse (Bakterien) versiegelt.
- Chitosan wirkt als Dispergierhilfsmittel in der Rezeptur der Zahnpasta
- Chitosan wirkt durch seine chemische Struktur wie ein Puffer, der die Wirkung schädlicher Säuren im Mund abfängt (sein pKs-Wert liegt bei 6,3)

Nach welchen Mechanismen funktioniert die „antibakterielle Wirkung“ von Chitosan?

Chitosan wird eine antibakterielle Wirkung zugesagt. In Studien wurde diese Wirkung durch Experimente nachgewiesen [Muzzarelli 1997, Sano et al. 1990]. In diesen Experimenten wurde die Bindung von Streptococcus mutans an Hydroxyapatit in Anwesenheit von Speichel und Chitosan untersucht. Hydroxyapatit ist ein wesentlicher Bestandteil der Zahnoberfläche.

In diesen Studien wurde nachgewiesen, dass ein Chitosan-Coating des Hydroxyapatits die Bindung der Streptokokken um bis zu 60 % herabsetzt.

Die Bakterien binden durch hydrophobe Wechselwirkungen, ionische Bindungen und Wechselwirkungen zwischen Zahnoberfläche und Bakterienzellwand an die Zähne. Durch das Chitosan werden die Bindungsstellen an der Zahnoberfläche, an denen Bakterien durch Rezeptoren binden können, maskiert. Zudem kann durch Einwirkung des polykationischen Chitosans auf die Bakterienzellwand diese so modifiziert werden, dass die Bakterien nicht mehr in der Lage sind, an Hydroxyapatit zu binden.

Chitosan kann bakterielle Enzyme deaktivieren und komplexiert für den Bakterienstoffwechsel notwendige Metallionen, so dass die Bakterien auch in ihrem Wachstum gehemmt sind.

Warum wirkt Chitosan wundheilend?

Kommt es durch Parodontitis zu Entzündungen am Zahnfleisch, geht damit eine Senkung des pH-Wertes im Mundraum einher. Da Chitosan eine Pufferwirkung besitzt, kann sich durch seine Einwirkung der pH-Wert normalisieren [Muzzarelli 1997, Tyupenko et al. 2000].

Untersuchungen, in deren Rahmen Parodontitis-Patienten neben herkömmlichen Methoden zur Entzündungshemmung auch mit Chitosan-Elektrophorese behandelt wurden, zeigen deutlich eine positive Wirkung des Chitosans auf die Regeneration der Mundschleimhaut und des Zahnfleisches [Tyupenko 2000].

Dass Chitosan eine positive Wirkung auf das Wachstum von Haut- und sogar Knochenzellen hat, zeigt sich in der vermehrten Herstellung von Zellkultur-Matrix-Produkten auf Chitosan-Basis, z.B. das Chitosanmatrix-Kit von ALVITO.

Literatur:

T. Becker, "Ionenaustauscher auf Chitosan-Basis", Dissertationsschrift, 1998

A. Domard, E. Piron, „Recent approach of metal binding by chitosan and derivatives, Adv. Chitin Sci. 4, 295 – 301, 2000

E. Guibal, C. Milot, J. Roussy, "Chitosan-gel beads for metal recovery", in Chitin Handbook, R.A.A. Muzzarelli et. al., Grottamare, 423 – 429, 1997

M. Ishihara, "Photocrosslinkable Chitosan Hydrogel as a Wound Dressing and a Biological Adhesive", Trends in Glycoscience and Glycotechnology, Vol.14 No.80 (November 2002) pp.331–341

R.A.A. Muzzarelli, R. Rocchetti, "Enhanced capacity of chitosan for transition-metal ions in sulphuric acid solutions", Talanta Vol. 21, 1137 – 1143, Pergamon Press, 1974

H.J. Park, S.T. Jung, J.J. Song, S.G. Kang, P.J. Vergano, R.F. Testin, "Mechanical and barrier properties of chitosan-based biopolymer film, Kichin, Kitosan Kenkyu 5, 19 -26 [Chem. Abstracts 131, 20503], 1999

C. Remunan-Lopez, R. Bodmeyer, "Mechanical and water vapour transmission properties of polysaccharide films, Drug Dev. Ind. Pharm. 22, 1201 – 1209, 1996

H. Sano, T. Matsukubo, K. Shibasaki, H. Itoi, Y. Takaesu, "Inhibition of adsorption of oral Streptococci to saliva treated hydroxiapatite by chitin derivatives", Bull. Tokyo dent. Coll., Vol. 32, No. 1, 9 – 17, 1991

D. Schanzenbach: „Chitin und Chitosan“, Praxis der Naturwissenschaften-Chemie, 6/49, 2000

R. Tarsi, R.A.A. Muzzarelli, C.A. Guzmàn, C. Pruzzo, „Inhibition of Streptococcus mutans, Adsorption to Hydroxoapatite by Low-molecular-weight Chitosans“, J. Dent. Res. 76(2): 665 – 672, 1977