

## Zur Wirkung von Fruktose und Fructooligomeren aus Topinambur im Körper von Mensch und Tier

Inulin gehört zu einer Gruppe von Kohlenhydraten, die der Hydrolyse alimentärer Enzyme widerstehen und ein Gemisch verschieden langer einfacher Fruktoseketten darstellt. Es wird auch als löslicher Ballaststoff bezeichnet. Der physiologische Effekt dieser diätetischen Faser liegt in der **Beschleunigung der Entleerung des Magens und Dünndarmes bei Monogastern**. Das Inulin aus der Topinamburknolle scheint hinsichtlich seiner Kettenlänge (bis 30 Fruktosemoleküle) eine besonders geeignete Molekülgröße zu repräsentieren.

Ein weiterer physiologischer Effekt, der sich aus der beschleunigten Entleerung des Dünndarms ergibt, ist die gesteigerte Glukosetoleranz, eine verringerte Stärkeverdauung sowie Colon-Transitzeiten. Die größte Wirkung vollzieht sich jedoch auf die Mikroflora des Blind- und Dickdarmes. Besonders die Anaerobierflora wie Bifidobakterien, viele Bacteroidesspecies, Eubacteriaceae, einige Hefen besitzen eine "Inulinase", die diese Verbindungen spalten kann.

Das Ergebnis ist eine quantitative Zunahme dieser Bakterienpopulationen und deren Stoffwechselprodukte. Oligofruktane werden fast 1 : 1 in kurzkettige Fettsäuren wie Essigsäure, Propionsäure, Buttersäure und L-Milchsäure sowie CO<sub>2</sub> umgewandelt. Von diesen kurzkettigen Fettsäuren wird der größte Teil (>90%) von den Dickdarmepithelzellen als Energieträger verwendet. Propionat, Laktat und 50 - 75 % des Acetat werden vor allem in der Leber metabolisiert. Acetat erreicht außerdem das periphere Gewebe und die Muskulatur und wird hier verstoffwechselt.

Die **Versorgung der Dickdarmepithelzellen** mit Butyrat ist eine wesentliche Voraussetzung, die Darmbarriere aufrecht zu erhalten. Bei Energiemangel (ATP-Mangel) können geöffnete Tight junctions (Ursachen: Bakterientoxine, z.B.  $\alpha$ -Toxin von Clostridium perfringens, Alkohol, Gamma Interferonwirkung nach Virusinfektion) nicht wieder geschlossen werden und Bakterien, Hefen sowie Teile davon können die Darmwand passieren. Dieser Vorgang stellt für das nachgeschaltete Immunsystem und besonders für die Leber eine außerordentliche Belastungssituation dar. Die Gewährleistung der Barrierefunktion, der Darmschleimhaut und das Aufrechterhalten des negativen Redoxpotentials im Dickdarm und Blinddarm verhindern, daß insbesondere fakultativ anaerobe Darmbakterien (Enterobacteriaceae) verstärkt profilieren und Zellwandbestandteile (LPS. Syn. Endotoxin) an die Umgebung abgeben und diese dann in die Körperzirkulation gelangen. Ist die Kapazität von Blutbestandteilen (Zellen, Plasmaproteine, Lipoproteine, Antikörper) sowie der Leber zur Bindung und Detoxifizierung überzogen, greifen freie Endotoxine in den Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel ein. Die Folge ist ein Zusammenbruch des Energiesystems und der Detoxifizierungskapazität der Leber.

Inulin wirkt über die Bildung kurzkettiger Fettsäuren als Energieträger entlastend auf den Glukose- und Fettstoffwechsel im Sinne einer Hypoglykämie und Langzeithypolipidämie. Neben CO<sub>2</sub> wird H<sub>2</sub> als Stoffwechselprodukt gebildet. Es werden kein NH<sub>3</sub> und weniger putreszierende Metabolite bakteriellen Eiweißabbaus sowie krebspromovierende Enzyme gebildet.

Inulin steigert die Mucinmengen sowohl im Darminhalt als auch in der Dickdarm- und Blinddarmschleimhaut.

Inulin **wirkt hemmend auf die Entzündungskaskaden den der Darmschleimhaut und in der Zirkulation**. Die besondere Kettenlänge der Oligofruktosen im Inulin scheint hier sehr effektiv zu sein bzw. durch die bakterielle Spaltung entstehen Fructosemoleküle, die entweder wegen längerer Verweilzeiten im Darmlumen gegenüber Glukose z.B. und nach Resorption Rezeptoren auf Monozyten/Makrophagen blockieren und damit das Anbinden von spezifischen Oberflächenstrukturen von Mikroorganismen mit der sich anschließenden Entzündungskaskade unterbinden. Dieser Vorgang ist von der Gegenwart zweiwertiger Kationen abhängig, die in Form von Mg<sup>++</sup> and Ca<sup>++</sup> reichlich im Topinambursaft enthalten sind.

Fruktose und Oligomere davon **binden auf Bakterienoberflächen an Lektine** (z.B. F<sub>1</sub>- u. P-Fimbrien), die Adhärenz an Zelloberflächen des Makroorganismus dienen. Bereits diese Adhäsion hat eine Zytokinantwort in den Zellen zur Folge, die u.U. eine Entzündungsreaktion auslösen können.

Die Wirkung des Topinambursaftes läßt sich wie folgt umreißen:

### **I. Inulin greift über seine Bausteine in den Energiestoffwechsel ein**

1. D- Fruktose ist eine insulinunabhängige Energiequelle für den Körper, darum für unter Diabetes mellitus leidende Patienten geeignet.
2. D-Fruktose dient dem Aufbau von Glykogenreserven in der Leber, wirkt dadurch als Leberschutz, bes. unter katabolen Stoffwechsellagen.
3. Bei Acetonämie, Lebererkrankungen, allgemeiner Erschöpfung und in der Laktation unterstützt es den Stoffwechsel und die Leistung.

### **II. Inulin steigert die Zellfitness**

1. Jede Zellbelastung führt zur Erschöpfung der Energiereserven, pH-Verschiebungen, Sauerstoffmangel und Zelltod können die Folge sein. Durch Fruktose steht der Zelle schnell wieder Energie zur Verfügung.

### **III. Inulin wirkt auf die Bakterienflora im Verdauungsapparat**

1. Die Bakterien des Pansens (Wiederkäuer), des Blinddarms und des Colon ascendens spalten Inulin zu D-Fruktose und wandeln diese zu flüchtigen Fettsäuren um. Dadurch werden die Epithelzellen dieser Bereiche energetisch versorgt und Fructose steht als Monosaccharid für den Zellstoffwechsel zur Verfügung.

### **IV. Ausscheidung über die Niere**

1. Inulin beugt Harnwegsinfektionen vor und unterstützt Therapien. Inulin besteht aus bis zu 30 Fruktose-Einheiten. Es wird im Stoffwechsel, wenn es nicht durch Pansen- und Dickdarmbakterien zerlegt wird, nicht angegriffen und durch die Membranen der Nierenglomerula wieder ausgeschieden. So ausgeschieden wirkt es im Nierenbecken und in der Harnblase auf Fruktose-abhängige Adhärenzmechanismen von E. coli z.B.

### **V. Inulin beeinflusst die Bakterienadhärenz im Magen-Darm-Trakt**

1. Inulin und seine Monomere (Fruktose) können bakterielle Adhärenzstrukturen blockieren und damit die Adhärenz als 1. Schritt einer Infektion bei vielen Bakterien (E. coli, Pseudomonas, Klebsiella spp., Shigella flexneri) unterbinden bzw. bereits bestehende Bindungen lösen.

### **VI. Inulin hemmt konzentrationsabhängig die Aktivierung von Immunzellen**

1. Fruktose reguliert Monozyten/Makrophagen über den CD14-Rezeptor.
2. Die Bindung von Pyrogenen (Kapselpolysaccharide und Stryptokokken, Lipopolysacchariden, Peptidglyane, Lipoteichonsäure,  $\beta$ -Glykane) wird durch Fruktose minimiert. Dadurch wird die Homöostase wieder hergestellt.
3. Fruktose findet man im fötalen Blut und in der Samenflüssigkeit. In beiden Systemen sorgt der Körper dafür, daß überschießende Immunreaktionen herunterreguliert werden, um Befruchtung und fötale Entwicklung zu garantieren.

#### **Prof. Dr. M. Krüger**

Institut für Bakteriologie und Mykologie

Veterinärmedizinische Fakultät

Universität Leipzig

An den Tierkliniken 8

**04103 Leipzig**

Telefon +49 341 9738180

Fax: +49 341 9738199