

Das Metabolom und der Einfluss auf die Gesundheit

Orthomolekularer Nährstoffkomplex für den Darm und die allgemeine Gesundheit



Beschreibung

Das Metabolom

Der Begriff "Metabolom" bezieht sich auf alle Stoffwechselprozesse und -produkte, die von einer bestimmten Zelle oder einem Gewebe zu einem bestimmten Zeitpunkt und unter bestimmten Bedingungen erzeugt werden. Der Begriff ist noch relativ neu in der Forschung, er leitet sich ab von Metabolismus (Stoffwechsel) und wurde in Analogie zu den Begriffen Mikrobiom, Genom und Proteom geprägt.

Dabei wird die Erforschung des Metaboloms als Metabolomik (Metabolomics) bezeichnet. Sie beschäftigt sich mit dem Stoffwechsel von Zellen und Geweben und umfasst die Wechselwirkung der darin enthaltenen Metabolite (Stoffwechselprodukte) auf den Organismus.

Metabolom und Mikrobiom

Es ist bekannt, dass die Ernährung einen Einfluss auf die Zusammensetzung des Mikrobioms hat. Eine ballaststoffarme Ernährung führt z. B. zu einer geringeren Diversität des Mikrobioms. Das liegt daran, dass es innerhalb des Mikrobioms metabolische Vernetzungen und Abhängigkeiten zwischen den verschiedenen Bakterienarten gibt.

Nährstoffempfehlung

Nährstoffe	Tagesdosis 10 g bzw. 15 g	%NRV*
Niacin	80,00 / 120,00 mg	500 / 750 %
Vitamin C	365,00 / 550,00 mg	456 / 685 %
Vitamin E	215,00 / 324,00 mg	1.790 / 2.700 %
Selen	80,00 / 120,00 µg	182 / 220 %
Zink	20,00 / 30,00 mg	200 / 300 %
Phosphatidylcholin	670,00 / 1.000 mg	**
Coenzym Q10	80,00 / 120,00mg	**
Curcuminoide	400,00 / 600,00 mg	**
Inulin	2.900 / 4.350 mg	**
L-Carnitin	400,00 / 600,00 mg	**
N-Acetyl-L-Cystein	160,00 / 240,00 mg	**
PQQ	5,00 / 7,50 mg	**
Trans-Resveratrol	200,00 / 300,00 mg	**

*Prozentsatz der Nährstoffbezugswerte gem. VO (EU) Nr. 1169/2011

** Keine Nährstoffbezugswerte vorhanden

Stoffwechselprodukte einer Art stellen das Substrat für eine andere Bakterienart dar. Findet die erste Art im Darm nicht genügend Nährstoffe, kann mit hoher Wahrscheinlichkeit auch die zweite Art nicht überleben.

D. h. die Produkte der Darmbakterien spielen eine zentrale Rolle im Stoffwechsel und üben so einen Einfluss auf die gesamte Gesundheit des Organismus aus. Dieser enge Zusammenhang zwischen dem Mikrobiom und dem Metabolom macht immer mehr deutlich, dass auch eine Korrelation zwischen Mikrobiomveränderungen und Erkrankungen bestehen muss. Veränderungen im Metabolom des Darms lassen sich gut durch Stuhluntersuchungen bestimmen und so gezielt therapieren.

Metabolom Untersuchungen des Darms

Beim Metabolom des Darms wird basierend auf den Analysen des vorherrschenden Darmmikrobioms ein Metabolitprofil erstellt. Anhand eines solchen Profils können etwa Entzündungen des Darms, Darmdurchlässigkeit usw. untersucht werden. Bislang war es nur möglich, einige der zahlreichen Aspekte herauszugreifen, um die Mechanismen einer Krankheit zu beschreiben und besser zu verstehen.

Anhand der Untersuchung des Darmmikrobiom-Metaboloms können wesentlich mehr jener Substanzen analysiert werden, welche die Darmbakterien produzieren. So wird sichtbar, welchen Einfluss Darmbakterien auf die Entstehung von Krankheiten haben oder was ihr Fehlen dahingehend bewirkt.

- **Kurzkettige Fettsäuren** wie Acetat, Propionat und Butyrat sind Stoffwechselprodukte des Mikrobioms, die die Grundlage für die Gesundheit des Darms darstellen. Sie werden v. a. durch die Bakterien *Faecalibacterium prausnitzii*, *Eubacterium* spp (v. a. Butyrat) und Bifidobakterien (v. a. Acetat und Lactat) gebildet. Butyrat stellt dabei die notwendige Energie für die Darmenterozyten zur Verfügung, Acetat ist das Substrat für die butyratbildenden Bakterien. Gemeinsam sind sie für das Milieu im Darmlumen verantwortlich, wirken antientzündlich, wehren Pathogene ab und fördern die Darmperistaltik.

Diese Bakterien können durch eine ballaststoffreiche Ernährung und die Gabe von Prä- und Probiotika (Bifidobakterien und Laktobazillen) gefördert werden.

- **Beta-Glucuronidase** ist ein bakterielles Protein, das beim Abbau von Toxinen und Medikamentenwirkstoffen eine wichtige Rolle spielt. Im Rahmen der Biotransformation werden die meist lipophilen Substanzen mit einem körpereigenen Stoff, z. B. mit der Glucuronsäure, verbunden, wodurch wasserlösliche Substanzen, die Glucuronide, entstehen. Diese werden dann entweder über den Stuhl und Harn eliminiert oder durch die von Darmbakterien produzierte β -Glucuronidase verstoffwechselt. Der Aktivitätsgrad der β -Glucuronidase variiert je nach Ernährungsweise und ist stark abhängig von der Bakterienzusammensetzung im Darm. Eine ideale Konzentration an β -Glucuronidase bildenden Bakterien ist daher wesentlich für die Gesundheit.

Eine Überprüfung der β -Glucuronidase-Konzentration im Stuhl wird z. B. bei Hormonmangel, -überschuss oder geplanter Hormontherapie mit Vitamin D, Schilddrüsenhormonen, Östrogenen sowie bei

Phytoöstrogenen empfohlen, oder bei einem übermäßig hohen Blutspiegel an Toxinen und/oder kanzerogenen Substanzen.

Metabolom und Reizdarmsyndrom (IBS)

Häufige Ursachen bei Reizdarm sind ein Tryptophan-Mangel oder auch ein Überschuss an Histamin. Ferner übt Stress einen wesentlichen Einfluss auf die Entwicklung eines Reizdarmsyndroms aus. Daher kann eine Bestimmung des Neurotransmitters Serotonin und/oder ein Mangel an GABA im Stuhl ebenfalls hilfreich bei der Reizdarm-Diagnose sein.

- **Tryptophan** steht eng im Zusammenhang mit dem Darm und dem Mikrobiom. Als Ausgangssubstanz für den wichtigen Neurotransmitter Serotonin ist es mitverantwortlich für die Peristaltik, Resorption, Schmerzlinderung, Immunabwehr und Reflexe des Magen-Darm-Traktes. Zudem ist Tryptophan für die Regeneration der Darmschleimhaut wichtig und ist ein Substrat für bestimmte Laktobacillus-Arten und H_2O_2 bildende Bakterien. Diese Arten tragen zur Diversität des Mikrobioms bei und reduzieren zugleich die Durchlässigkeit der Darmschleimhaut. Tryptophan greift aber auch in die Immunmodulation des Intestinaltraktes ein (durch Metabolite) und wirkt antientzündlich. Allerdings führen Stress oder Entzündungen auf Dauer zu einem Absinken des Tryptophanspiegels. So gefährdet ein Tryptophanmangel die schützenden, regenerierenden und schmerzlindernden Einflüsse der Darmschleimhaut.

Empfehlungen: Je nach Befund können die Gabe von Tryptophan, eine gezielte Prä- und Probiotikaeinnahme, Co-Faktoren des Stoffwechsels (Vitamin B2, B6, Magnesium und Eisen) und antientzündlich wirkende sekundäre Pflanzenstoffe einen positiven Einfluss auf den Tryptophan-Stoffwechsel ausüben.

- **Histamin:** Eine Histaminose erklärt Symptome wie Bauchschmerzen, Diarrhö, Blähungen und Krämpfe. Allerdings führt auch ein Mangel an Histamin zu Problemen, da Histamin ebenfalls antientzündliche Eigenschaften aufweist. Daher kann eine histaminreduzierte Diät ohne genaue Analyse die vorliegenden Probleme verstärken. Sollte sich Histamin im Stuhl befinden, wird eine histaminreduzierte Diät empfohlen. Zudem helfen antientzündliche Mikronährstoffe oder sekundäre Pflanzenstoffe sowie eine ausgewählte Gabe von Probiotika.

- **Neurotransmitter:** Stress kann deutliche Auswirkungen auf die Motilität, Sekretion und Permeabilität des Darms haben. Daher ist psychischer Stress ein

wichtiger Faktor in der Entwicklung des Reizdarmsyndroms. Ferner wirken stressinduzierte Einflüsse auf die Darm-Hirn-Achse und verursachen oft eine Zunahme der Beschwerden. Es kommt zu einer verstärkten Freisetzung proinflammatorischer Zytokine (v. a. IFN- γ , IL-1 β und IL-6), die über Enzymaktivierungen in Immunzellen eine erhebliche Beeinflussung des Tryptophanstoffwechsels hervorrufen. Aktiviert werden v. a. die Enzyme IDO (Indolamin-2,3-Dioxygenase) und KMO (Kynurenin-Monooxygenase). Chronischer Stress in Krisen führt somit dazu, dass das verfügbare Tryptophan über den Kynurenin-Pfad abgebaut wird und weniger Tryptophan ins Gehirn gelangt, wodurch die Serotonin-Synthese weiter beeinträchtigt wird. Daher können auch schwere Depressionen mit Verschiebungen im Tryptophan-Stoffwechsel assoziiert sein.

Nährstoffempfehlung

Allgemein werden Nährstoffe zur Stabilisierung der Darmschleimhaut, antientzündliche Mikro- sowie sekundäre Pflanzenstoffe empfohlen. Zudem sollte die antioxidative Kapazität der Zellen und der Mitochondrien gestärkt werden, um die allgemeine Funktion des Nervensystems und des Stoffwechsels zu unterstützen. Zur Förderung der Diversität des Mikrobioms sind Präbiotika unerlässlich.

- **Niacin** spielt eine zentrale Rolle im Energiestoffwechsel, bei der Verwertung von Kohlenhydraten sowie beim Abbau von Fetten. Zudem trägt es zur Erhaltung normaler Schleimhäute im Darm bei. Studien zeigen, dass Niacin die mikrobielle Vielfalt im Darm aufrechterhält. Je mehr Niacin mit der täglichen Nahrung aufgenommen wird, desto mehr Bakterienarten finden sich im Stuhl. Der Bakterienstamm der Bacteroidetes scheint von der Niacin Aufnahme besonders zu profitieren. Bacteroidetes bauen komplexe Kohlenhydrate ab und stellen über 40 % der gesamten intestinalen Mikrobiota dar. Sie dämpfen Entzündungen ein und schützen die Darmschleimhaut vor Schädigung. Typischerweise finden sie sich in größerer Anzahl bei schlanken Menschen als bei Übergewichtigen.
- **Vitamin C** trägt zu einer normalen Funktion des Immunsystems und zu einem normalen Energiestoffwechsel bei. Es schützt die empfindlichen Zellen der Darmschleimhaut vor oxidativem Stress, wirkt entgiftend und ist essenziell im Syntheseprozess von L-Carnitin (Energiebildung) sowie für die Synthese von Neurotransmittern. Vitamin C fördert die Regeneration der Darmschleimhaut und beeinflusst

so das Darmmilieu und das Wachstum der autochthonen, physiologischen Darmflora. Das Wachstum pathogener Mikroorganismen wird gehemmt. Die physiologische Darmflora kann sich wieder einstellen und stabilisieren.

- **Vitamin E** schützt die Zellen und die mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Membranlipiden oder Lipoproteinen vor oxidativer Zerstörung. Ferner stärken Antioxidantien wie Vitamin E die natürlichen Abwehrkräfte der Zelle und erhöhen das allgemeine antioxidative Potenzial. Gerade chronische Entzündungen im Darm steigern die Produktion freier Radikale, die oxidativen Stress verursachen. Diese freien Radikale zerstören wiederum weitere Zellen der Darmschleimhaut und begünstigen das Vorschreiten der Erkrankung. Antioxidantien spielen daher in der Therapie chronischer Entzündungen eine besonders wichtige Rolle. Durch die Regulierung und Normalisierung von Entzündungsprozessen beeinflusst Vitamin E die Freisetzung von Entzündungszellen und übt so einen entzündungshemmenden Effekt aus.
- **Selen** ist als essenzielles Spurenelement und Co-Faktor selenabhängiger Enzyme und Proteine für die Regulationsfähigkeit, Regenerationsfähigkeit sowie Redoxkapazität der Körperzellen verantwortlich. Es trägt als Katalysator im aktiven Zentrum der Glutathionperoxidase (GPx) zum oxidativem Zellschutz bei, ein Mangel an Selen wiederum vermindert die Aktivität der Glutathionperoxidase im Serum (GPX 3). Selen ist daher ein unentbehrlicher Bestandteil des antioxidativen Schutzsystems und ein wichtiger Schutzfaktor bei entzündlichen Erkrankungen, die mit oxidativem Stress assoziiert sind. Erkrankungen im Magen-Darm-Trakt führen außerdem dazu, dass Selen nicht mehr in ausreichenden Mengen aufgenommen werden kann.
- **Zink** reguliert den Stoffwechsel von Kohlenhydraten, Fettsäuren, Makronährstoffen sowie den Säure-Basen-Haushalt und trägt als essenzielles Spurenelement zu einer normalen Funktion des Immunsystems bei. Auch die Kollagensynthese und die Regeneration einer gestörten Darmschleimhaut sind zinkabhängig, da Zink für die sich rasch teilenden Darmschleimhautzellen essenziell ist. Da Zink als Regulans für den Prostaglandinstoffwechsel wirksam ist, klingen auch entzündliche Reizungen der Schleimhaut rascher ab. Aufgrund seiner antioxidativen Eigenschaften schützt Zink, gemeinsam mit SOD, die Zellen der Mukosa vor oxidativem Stress und trägt zur Resorptionsverbesserung der zellprotektiven Vitamine E und A bei.

- **Phosphatidylcholin** (Lecithin) ist ein wichtiger Bestandteil von Membranen und unentbehrlich für die Gesundheit des Nervensystems. Zudem fördert es einen normalen Fettstoffwechsel sowie eine normale Leberfunktion. Phosphatidylcholin bindet ferner den Schleim an die Darmschleimhaut und unterstützt somit die Entstehung der Darm-Schleimbarriere. Ein Mangel an Phosphatidylcholin führt zu einer verminderten „Fettschutzschicht“ und wässrige Bestandteile aus dem Darm inklusive darin enthaltener Bakterien, Fremdkörper und Giftstoffe können so in direkten Kontakt zur Darmwand treten und Entzündungen (Colitis ulcerosa) auslösen. Empfohlen wird die zeitgleiche Einnahme mit Polyphenolen wie Resveratrol. Dies verhindert weitgehend die Bildung von TMAO, das in hoher Korrelation mit kardiovaskulären Ereignissen steht.

- **Coenzym Q10** ist ein zentraler körpereigener Co-Faktor des mitochondrialen Energiestoffwechsels und entscheidend für die Versorgung der Zellen mit dem körpereigenen Energieträger ATP (Adenosintriphosphat). Coenzym Q10 stellt somit die Grundlage für die körperliche und geistige Leistungsfähigkeit dar. Des Weiteren fungiert Coenzym Q10 als wichtiges körpereigenes Antioxidans und fängt schädliche Sauerstoffverbindungen ab. Die membranstabilisierende Funktionen des Coenzym Q10 halten die Zellmembranen „fluide“ und funktionsfähig.

- **Curcumin** ist der Hauptwirkstoff der Curcuma-Pflanze (*Curcuma longa*). Curcumin wirkt stark antioxidativ und beeinflusst zentrale Stoffwechselwege, die für viele Regelkreise im Körper wichtig sind. Des Weiteren besitzt Curcumin entzündungshemmende Eigenschaften. Es moduliert die gesamte Kette von entzündungsfördernden Molekülen sowie von wichtigen Entzündungsenzymen. Bei Magen-Darm-Beschwerden wirkt Curcuma nicht nur antientzündlich, sondern auch verdauungsfördernd und kann Beschwerden wie Blähungen und Völlegefühl lindern. Curcuma wird daher auch effektiv bei der Behandlung des chronischen Reizdarmsyndroms eingesetzt. Ferner ist für Curcumin auch ein hemmender Effekt auf dieIDO-Aktivität dokumentiert.

- **Inulin** ist ein präbiotischer, löslicher Ballaststoff. Er gehört zur Gruppe der Fruktane und ist aus Ketten von Fruktosemolekülen aufgebaut. Inulin reguliert die Darmtätigkeit und führt zu einer selektiven Anreicherung von Bifido- und Laktobakterien im Darm. Des Weiteren fördert Inulin die Hemmung von Toxinbildnern (z. B. *Cl. histolyticum*). Damit wird nicht nur die natürliche Darmflora gestärkt, es werden auch schädliche Keime an ihrer Ausbreitung gehindert. Einsatzgebiete von Inulin sind

Schleimhautentzündungen und Defizite der Bakterien *Akkermansia* und/oder *Faecalibacterium*, *Bifidobacterium* und *Lactobazillen*. Diese Defizite liegen vor allem bei Störungen des mikrobiellen Gleichgewichtes (durch Antibiotika oder Durchfallerkrankungen) vor.

- **L-Carnitin** ist ein vitaminähnlicher Stoff, der für die Energiegewinnung aus Fetten benötigt wird. Dabei ist L-Carnitin für den Transport und die Oxidation langkettiger Fettsäuren zuständig. Die Oxidation von Fettsäuren ist eine wichtige Quelle der Energieproduktion des Menschen. Die Bestandteile der Nahrungsfette, die Fettsäuren, können nur an L-Carnitin gebunden in die Mitochondrien transportiert werden. Diese werden für die Produktion der lebensnotwendigen Zellenergie in der Form von ATP benötigt. Gleichzeitig transportiert L-Carnitin Stoffwechselprodukte aus den Mitochondrien und verhindert deren Anreicherung. L-Carnitin trägt somit auch zur Entgiftung bei. Ferner ist L-Carnitin aber auch an der Energiegewinnung aus verzweigtkettigen Aminosäuren beteiligt und schützt als Antioxidans vor Schäden durch freie Radikale.

- **N-Acetyl-L-Cystein (NAC)** ist die acetylierte Vorstufe der Aminosäure L-Cystein und auch eine Vorstufe für das Antioxidans Glutathion. Als Baustein von Glutathion aktiviert Cystein indirekt die zelluläre Immunabwehr. Zudem stellt die Aminosäure L-Cystein eine wichtige Schwefelquelle für den Körper dar. Sie ist für die Bildung vieler Proteine wichtig und kann deren Struktur durch den Aufbau von Schwefelbrücken stabilisieren. Die physiologischen Funktionen und therapeutischen Wirkungen von NAC sind weitgehend mit der Aufrechterhaltung der intrazellulären Konzentrationen von reduziertem Glutathion verbunden. Ergebnisse kürzlich durchgeführter Studien zeigen, dass NAC Entzündungen reduziert, oxidativen Stress lindert sowie den Energiestatus und Gewebeschäden im Darm deutlich verbessert.

- **PQQ** (Pyrrolochinolinchinon) ist ein wichtiger Redox-Co-Faktor in Stoffwechselprozessen und fördert ähnlich wie Coenzym Q10 die Energiegewinnung in den Mitochondrien. Forschungen gehen davon aus, dass PQQ an mehr als 20.000 katalytischen Prozessen im Körper beteiligt ist. So übt PQQ einen Einfluss auf die Zelldifferenzierung, die Zellproliferation, die Apoptose, die Autophagie und den Energiestoffwechsel aus. Zudem fördert PQQ die Mitochondriogenese, also die spontane Bildung neuer Mitochondrien in alternden Zellen. Dabei aktiviert es Gene, die für den Schutz, die Reparatur und die Neubildung von Mitochondrien zuständig

sind. Durch die Wachstumsanregung wird die Dichte der Mitochondrien in den Zellen deutlich erhöht. Aufgrund der biochemischen Molekularstruktur von PQQ kann davon ausgegangen werden, dass es in der Lage ist, die Zellen vor freien Radikalen zu schützen, unabhängig davon, ob diese durch oxidativen oder nitrosativen Stress gebildet werden. Dabei ist PQQ mindestens 100-mal so stark wie Vitamin C. Ferner erhöht PQQ die Produktion des Proteins Nrf2. Nrf2 reguliert die antioxidativen Schutzmechanismen des menschlichen Körpers gegen oxidativen Stress. Dadurch wird auch der körpereigene Mechanismus, gegen Entzündungen vorzugehen, um ein Vielfaches gestärkt.

- **Resveratrol** ist ein sekundärer Pflanzenstoff aus der Gruppe der Polyphenole. Es schützt die Zellen vor UV-Strahlung, freien Radikalen sowie vor Bakterien- und Pilzbefall. Polyphenole wirken stark antioxidativ, antimikrobiell und entzündungshemmend. Da Resveratrol sowohl wasser- als auch fettlöslich ist, bietet es einen deutlich höheren antioxidativen Schutz als rein wasser- oder fettlösliche Antioxidantien. Im Zusammenhang mit entzündlichen Darmerkrankungen spielen vor allem die antientzündlichen Eigenschaften eine wichtige Rolle. Resveratrol hemmt direkt sowohl die Cyclooxygenase 2 (COX-2) als auch die intrinsische Stickstoffmonoxid-Synthetase (iNOS), zwei Schlüsselenzyme der Entzündungsreaktion. Zudem übt Resveratrol einen positiven Einfluss auf die Mitochondrien aus und verbessert die Kapazität zur Oxidation von Fettsäuren. Ferner zeigt sich, dass Resveratrol eine Schutzwirkung gegenüber Gewebeschäden entfalten kann.

Praxishinweis

Metabolom

Untersuchungen des Metaboloms geben einen Einblick über die vorhandenen bzw. fehlenden Stoffwechselprodukte im Darm. Darauf resultierend kann, in Kombination mit den vorliegenden Beschwerden und dem klinischen Befund, eine individuelle Therapie ausgearbeitet werden.

Stuhluntersuchungen können Fettsäuren (Butyrat, Acetat und Propionat), Beta-Glucuronidase, Tryptophan und Histamin-Gehalt bestimmen. Ebenso können Neurotransmitter, Parameter für Maldigestion oder Malabsorption analysiert bzw. eine genaue Mikrobiomanalyse durchgeführt werden.

Bioverfügbarkeit der Mikronährstoffe

- **Vitamin C** in Form von Calcium-L-Ascorbat (Calciumsalz der Ascorbinsäure) ist insbesondere bei einem säureempfindlichen Magen als Alternative zu Ascorbinsäure empfehlenswert.
- **Natriumselenit:** Für die Behebung eines akuten Selen Mangels sowie zur Daueranwendung sind anorganische Selenverbindungen wie Natriumselenit sinnvoll. Natriumselenit sättigt bei akutem Selenmangel die Glutathionperoxidase schneller als Selenomethionin.
- **Phosphatidylcholin** wird aus pflanzlichen Quellen wie Sonnenblumen und **Inulin** aus Zichorie empfohlen.

Anwendungsempfehlung

- **Basistherapie:** Die empfohlene Tagesdosis von 10 g in 250 ml Wasser einrühren und morgens nach dem Frühstück trinken.
- **Akuttherapie:** Die empfohlene Tagesdosis auf 15 g steigern, in 300 ml Wasser einrühren und morgens nach dem Frühstück trinken.
- Die Dauer und Art der Anwendung richtet sich nach den Beschwerden, sollte aber unbedingt über einen längeren Zeitraum erfolgen.

Anwendungsbereich

Die Indikation richtet sich nach den individuellen Beschwerden, den Laborwerten (Metabolom Analyse) bzw. dem klinischen Befund.

1. Stärkung und Förderung der Diversität des Darm-Mikrobioms
2. Stressinduzierte Erkrankungen, Angst, unspezifische psychische Störungen, Depressionen, Schlafstörungen und Fatigue
3. Reizdarmsyndrom (IBS)
4. Mitochondriale Dysfunktion ausgelöst durch NO-Stress, stressinduziert oder oxidativen Stress
5. Entzündungen und daraus resultierende Stoffwechselerkrankungen
6. Chronische Belastungen
7. Begleitend zur Krebstherapie

Sinnvolle Anwendungskombinationen

- L-Glutamin und Mikronährstoffe für die Darmgesundheit, siehe Nährstoff-Tipps 10019326, 10019103 und 10020064.
- Probiotische Darmbakterien fördern den Aufbau und die Stabilisierung einer gesunden Darmflora, siehe Nährstoff-Tipp 10019191.
- Coenzym 1 NADH unterstützt den Energiestoffwechsel, siehe Nährstoff-Tipps 10020545 und 10020696.
- Yucca und pflanzliche Bitterstoffe helfen bei der Sanierung des Darms und fördern dessen Gesundheit, siehe Nährstoff-Tipps 10020351 und 10020132.

Wechselwirkungen

Vorsicht bei Fructoseintoleranz, da Fructoseverbindungen im Inulin Beschwerden auslösen können.

Literatur

- 1) Schütz, B et al (2019). Mikrobiom- und Metabolomanalysen als Basis einer individualisierten Therapie. OM & Ernährung 2019, SH12: 32-36.
- 2) Stangl, W. (2021). Stichwort: 'Metabolom'. Online Lexikon für Psychologie und Pädagogik. <https://lexikon.stangl.eu/15318/metabolom/>
- 3) Yin X, et al (2020). A Comparative Evaluation of Tools to Predict Metabolite Profiles From Microbiome Sequencing Data. Front Microbiol. 2020 Dec 4;11:595910.
- 4) Bao R, et al (2021). Fecal microbiome and metabolome differ in healthy and food-allergic twins. J Clin Invest. 2021 Jan 19;131(2):141935.
- 5) Fangmann D, et al (2018). Targeted Microbiome Intervention by Microencapsulated Delayed-Release Niacin Beneficially Affects Insulin Sensitivity in Humans. Diabetes Care. 41(3):398-405.
- 6) Jeong YI, et al (2009). Curcumin suppresses the induction of IDO by blocking the Janus-activated kinase-protein kinase Cdelta-STAT1 signaling pathway in interferon-gamma-stimulated murine dendritic cells. J Biol Chem. 284(6):3700-8.
- 7) Hou Y, et al (2015). N-acetylcysteine and intestinal health: a focus on its mechanism of action. Front Biosci (Landmark Ed). 20:872-91.
- 8) Akagawa M, et al (2016). Recent progress in studies on the health benefits of pyrroloquinoline quinone. Biosci Biotechnol Biochem 80(1):13-22
- 9) Nakano M, et al (2012). Effects of oral supplementation with pyrroloquinoline quinone on stress, fatigue, and sleep. Funct Foods Health Dis 2:307-324