

Nitrat und Randensaft

Synonyme

Nitrat: Natrium-Nitrat, E251 (Lebensmittelzusatzstoff), Natronsalpeter

Randen: Rote Beete, Bete, Rahne, rote Rübe

Klassifizierung

- B** Supplemente, die im Sport Interesse geweckt haben. Bisher veröffentlichte Studien lassen aber keine Zuordnung in die Kategorie A, C oder D zu. Eine Einnahme sollte nur zu Forschungszwecken und / oder bei Beratung durch eine unabhängige Fachperson erfolgen.

Allgemeine Beschreibung

Nitrat ist eine wichtige Stickstoffverbindung, die in der Natur vorkommt, in der Landwirtschaft als Stickstoffdünger oder auch als Lebensmittelzusatzstoff eingesetzt wird. Nitrat wird natürlicherweise in Pflanzen und Tieren (im menschlichen Körper ca. 50-100 mg pro Tag) gebildet. Die bedeutendsten Nitratquellen für den Mensch sind Gemüse, Trinkwasser und Pökelsalz in Fleischwaren, wobei Gemüse meist weit über 50% der Nitrataufnahme ausmacht. Die durchschnittliche Nitrataufnahme hängt entsprechend stark von Art und Menge des Gemüsekonsums ab und kann von deutlich unter 100 mg pro Tag bis zu 400 mg pro Tag betragen. In der Schweiz enthält Trinkwasser je nach Kanton ca. 2 bis maximal 40 mg Nitrat pro Liter.

Nitratgehalt einzelner Lebensmittel		
Sehr hoch	Rucola, Spinat, Rhabarber, Amaranth	>2500 mg/kg
hoch	Randen & Randensaft, Rettich, Sellerie, Endivie, Nüsslisalat, Kopfsalat	~1000 bis 2500 mg/kg
mittel	Kohlrabi, Kürbis, Eisbergsalat, verschiedene Bohnen	~500 bis 1000 mg/kg
tief	Broccoli, Kabis, Zucchini, Aubergine, Karotte	~200 bis 500 mg/kg
sehr tief	Kartoffel, Champignon, grüne Erbsen, Tomate, Rosenkohl, Früchte allgemein	~1 bis 200 mg/kg

Tabelle 1: Mittelwerte des Nitratgehalts einiger Gemüse. Die wichtigsten Nitratlieferanten sind Kartoffeln (hoher Konsum) und Salate (hoher Nitratgehalt). Der genaue Nitratgehalt ist von verschiedenen Faktoren wie Sorte, Licht, Bodenbeschaffenheit, Nährstoffverfügbarkeit (z.B. Düngereinsatz), Alter der Pflanze usw. abhängig. Z.B. Rucola kann bis zu über 7000 mg/kg enthalten. Wintergemüse enthält grundsätzlich mehr Nitrat als Sommergemüse. Der durchschnittliche Nitratgehalt im Europäischen Gemüse beträgt 336 mg/kg (gewichtet nach Anbaumenge der einzelnen Gemüse).

Randen gehört zu den Gemüsen, die natürlicherweise einen hohen Nitratgehalt aufweisen (im Mittel ca. 1300 mg pro kg). Daher wurde Randensaft in vielen Studien als natürliche Nitratquelle eingesetzt. Die nachfolgend beschriebene Wirkung des Randensafts beruht auf dem darin enthaltenen Nitrat und kann auch durch reines Nitrat erzielt werden.

Metabolismus, Funktion und allgemeine Wirkung

Nitrat wird aus der Nahrung schnell ins Blut aufgenommen. Rund $\frac{1}{4}$ des Nitrats wird von den Speicheldrüsen aus dem Blut aufgenommen, der Rest wird über den Urin ausgeschieden. Über den Speichel gelangt Nitrat langsam und stetig in den Mund, wo es von Bakterien auf der Zunge zu **Nitrit** reduziert wird. Das Nitrit wird mit dem Speichel geschluckt. Ein Teil davon wird im sauren Magenmilieu zu **NO** (Stickoxid) umgewandelt. Der andere Teil wird ins Blut aufgenommen und zu den Muskeln transportiert, wo es als NO-Quelle dient. Eine wichtige Wirkung von NO ist die Erweiterung der Blutgefässe.

Konsequenz dieses Kreislaufs: Nitrat steigt im Blut relativ schnell an und erreicht innert rund 1 h maximale Werte, die bis zu 6 h erhöht bleiben. Nitrit muss zuerst gebildet werden und steigt daher erst verzögert an. Die höchsten Nitrit-Blutwerte bestehen ca. 2.5 bis 5 h nach der Einnahme.

Nitrit ist die direkte NO-Vorläufersubstanz, während Nitrat selber keine Wirkung hat. Eine Unterbrechung des Nitrat-Nitrit-Kreislaufs, z.B. durch antimikrobielle Mundspülungen (keine Nitrit-Bildung mehr) oder Ausspucken von Speichel (Nitrit kommt vom Mund nicht in den Magen), unterbindet auch mögliche Wirkungen.

Spezifische Wirkung auf die sportliche Leistungsfähigkeit

Bezüglich sportlicher Leistung wurden in bisherigen Studien folgende mögliche Effekte nachgewiesen:

- Reduzierter Sauerstoffverbrauch bei submaximalen Leistungen .
- Längere Aufrechterhaltung submaximaler Leistungen .
- Erhöhte Endleistung bei Stufentests (z.B. VO₂max-Test), wobei das VO₂max unverändert bleibt oder reduziert ist.
- Verbesserte Leistung bei Radfahr-Belastungen von 6 bis 30 min Dauer .
- Tendenziell erhöhte Kohlenhydrat- und reduzierte Fettverbrennung .
- Blutdrucksenkung von bis zu 5 mmHg (systolisch).

Die genauen Wirkmechanismen bzw. deren mögliches Zusammenspiel sind bisher nicht ganz klar. Folgende Wirkmechanismen von Nitrit und oder NO werden diskutiert:

- Reduktion des Energieverbrauchs (ATP-Verbrauch) der Muskelkontraktion (Aktion-Myosin-Kopplung) .
- Erhöhung der Effizienz der Mitochondrien, bzw. erhöhte ATP-Bildung pro Sauerstoffeinheit.
- Hemmung der Atmungskette (Energiebereitstellung) in den Mitochondrien (Kraftwerke der Zellen) .
- Nitrit dient in den Mitochondrien als alternativer Elektronenakzeptor zu O₂.

Einschränkungen der bisherigen Studien:

- Nicht alle Studien konnten eine Leistungssteigerung nachweisen.
- Viele Studien haben die Einnahme nitratreicher Lebensmittel über mehrere Tage eingeschränkt, damit der Supplementierungseffekt klarer erscheint. Erst wenige Studien haben Nitrat bzw. Randensaft bei einer normalen Ernährung eingesetzt. Es scheint, dass die Effekte dabei geringer ausfallen - aber immer noch bestehen. Leider wurde bisher nie untersucht, was der übliche Nitratkonsum der Studienteilnehmer war. Der durchschnittliche Nitratkonsum in der Schweiz und Europa liegt zwar nur etwa bei 1/3 der üblichen Supplementierungsmenge. Ein hoher Gemüsekonsum, v.a. nitratreicher Gemüse, kann jedoch zu Nitratmengen führen, die der Supplementierungsmenge entspricht. Ob eine Supplementierung dann immer noch einen Effekt hat kann bisher nicht beantwortet werden.
- Die meisten Studien haben Testformen gewählt, die nicht der Wettkampf-Realität entsprechen: z.B. wie lange kann eine fixe Leistung aufrechterhalten werden, oder ein Stufentest bis zur Erschöpfung. Erst wenige Studien haben Testformen gewählt, die der Realität von Athleten entsprechen: z.B. eine bestimmte Strecke so schnell wie möglich zu absolvieren (Zeitfahren).
- Unklar ist, wie lange die Wirkung von Nitrat anhält oder wie Nitrat für längere Belastungen eingenommen werden sollte. Eine mögliche Wirkung im Ausdauerbereich über 30 min ist bisher nur durch eine Studie untersucht.

Mögliche Nebenwirkungen

Der Gebrauch von natürlichen Nitratquellen wie Randensaft weist kaum bekannte Risiken auf und führt zu einer langsamen und kontrollierten Nitrit-Freisetzung. Vor der Einnahme von reinen Nitrat- und vor allem von Nitrit-Salzen oder organischen Nitriten (z.B. Amylnitrit) ausserhalb strenger

medizinischer Kontrolle ist aber unbedingt abzurufen. Eine unabsichtliche Überdosierung kann zu lebensgefährlicher Methämoglobinämie (Verminderte Fähigkeit des Sauerstofftransports) oder Kreislaufkollaps (durch Abfall des Blutdrucks) führen.

Urin und Stuhl können sich nach der Einnahme von Randensaft färben. Dies ist jedoch normal und kein Problem.

Verträglichkeitsprobleme im Magen-Darm-Trakt sind möglich.

Bis vor wenigen Jahren wurden Nitrat und Nitrit als unerwünschte Inhaltsstoffe von Lebensmitteln und Trinkwasser angesehen. Nitrat und Nitrit kann zusammen mit Protein N-Nitrosamine bilden, welche grundsätzlich eine krebserregende Wirkung haben. Daher wurden Nitrat und Nitrit, v.a. aufgrund von Tierversuchen, mit verschiedenen Krebsarten in Verbindung gebracht und verschiedene Länder führten Grenzwerte für Nitrat in Gemüse und Trinkwasser ein. Diese ursprüngliche Sorge hat sich jedoch nicht bestätigt und sowohl die Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde wie das Bundesamt für Gesundheit gaben inzwischen grundsätzlich Entwarnung vor Nitrat in Lebensmitteln. Dem stehen zudem mögliche positive Effekte wie z.B. eine blutdrucksenkende Wirkung entgegen.

Nitrat in der Nahrung kann das Methämoglobin im Blut leicht erhöhen. Dadurch sinkt die Sauerstofftransportkapazität. Bei Säuglingen können sehr hohe Nitratmengen zur sogenannten Blausucht führen. Auch bei Erwachsenen kann Methämoglobin leicht erhöht werden, was allerdings kein Problem darstellt und durch ein körpereigenes Enzym (Methämoglobin-Reduktase) wieder rückgängig gemacht wird.

Insbesondere im submaximalen Bereich kann Nitrat bzw. Randensaft z.B. bei Stufen-Leistungstests die VO₂-Kurve verändern. Dies müsste bei Leistungstests im Spitzensport beachtet werden, um Fehlinterpretationen zu vermeiden.

Anwendung und Dosierung

Nitrat wurde bisher v.a. für kurze hochintensive Belastungen von ca. 6 bis 30 min untersucht. Die bisherigen Studien haben verschiedene Einnahmeprotokolle verwendet, wobei ca. 300 bis 500 mg Nitrat eingesetzt wurden (oder ca. 0.1 mmol/kg Körpergewicht = 6 mg/kg Körpergewicht) – meistens in Form von ca. 5 dl Randensaft:

- Akute Einnahme: 2½ bis 3 Stunden vor der Leistung.
- Mehrtägige Einnahme: Einige Studien haben Nitrat über 3 bis 6 Tage vor dem Leistungstest eingesetzt. In allen Fällen wurde jedoch auch eine akute Dosis vor dem Leistungstest eingenommen.

- Nitrat wurde bisher bis maximal 15 Tage supplementiert. Längere Einnahmen sind nicht untersucht.

Mindestens an Tagen, an denen Nitrat oder Randensaft eingesetzt wird, sollte auf die Einnahme von antimikrobiellen Mundspülungen verzichtet werden. Bisher ist aber unklar wie lange nach einer solchen Spülung die für die Nitratumwandlung wichtigen Mundbakterien reduziert sind.

Ein wesentliches Problem in der Praxis ist zudem, dass der Nitratgehalt aller Gemüsearten und damit auch Gemüsesäfte natürlicherweise stark schwankt und daher schlecht dosierbar ist. In den wissenschaftlichen Studien wurde der Nitratgehalt der Säfte daher jeweils vorgängig analysiert.

Abschliessende Bemerkung

Einige Studien deuten auf mögliche leistungssteigernde Wirkungen von Nitrat hin und im Gegensatz zu vielen anderen Supplementen sind die Studien von relativ guter Qualität. Allerdings sind noch keine Daten von gut trainierten Athleten (z.B. $VO_2\text{max}$ über 60 ml/kg) vorhanden. Einschränkend ist auch, dass noch wenige Studien vorliegen, die eine Übertragung auf den Leistungsalltag von Athleten zulassen und noch verschiedene Fragen bezüglich Supplementierungsprotokollen offen sind. Daher wird Nitrat bzw. Randensaft auf die B-Liste gesetzt und weitere Studien mit gut trainierten Athleten sind abzuwarten.

Quellen

1. EFSA. Nitrate in vegetables. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. EFSA J 2006;689:1-79.
2. Basu S, Azarova NA, Font MD et al. Nitrite reductase activity of cytochrome c. J Biol Chem 2008;283:32590-7.
3. Bundesamt für Gesundheit (BAG). Neubewertung der gesundheitlichen Bedeutung von Nitrat in Gemüse. 2000.
4. Santamaria P. Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. J Sci Food Agric 2006;86:10-7.
5. Webb AJ, Patel N, Loukogeorgakis S et al. Acute blood pressure lowering, vasoprotective, and antiplatelet properties of dietary nitrate via bioconversion to nitrite. Hypertension 2008;51:784-90.
6. Govoni M, Jansson EA, Weitzberg E, Lundberg JO. The increase in plasma nitrite after a dietary nitrate load is markedly attenuated by an antibacterial mouthwash. Nitric Oxide 2008;19:333-7.
7. Larsen FJ, Weitzberg E, Lundberg JO, Ekblom B. Effects of dietary nitrate on oxygen cost during exercise. Acta Physiol (Oxf) 2007;191:59-66.
8. Bailey SJ, Winyard P, Vanhatalo A et al. Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. J Appl Physiol 2009;107:1144-55.
9. Cermak NM, Gibala MJ, van Loon LJ. Nitrate supplementation's improvement of 10-km time-trial performance in trained cyclists. Int J Sport Nutr Exerc Metab 2012;22:64-71.
10. Lansley KE, Winyard PG, Bailey SJ et al. Acute dietary nitrate supplementation improves cycling time trial performance. Med Sci Sports Exerc 2011;43:1125-31.
11. Bailey SJ, Fulford J, Vanhatalo A et al. Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans. J Appl Physiol 2010;109:135-48.
12. Lundberg JO, Larsen FJ, Weitzberg E. Supplementation with nitrate and nitrite salts in exercise: a word of caution. J Appl Physiol 2011;111:616-7.

Erstellt: März 2012