

Nitrat

Rote Beetesaft, Randensaft

Klassifizierung

B Supplement

Supplemente mit Potenzial für den Einsatz im Sport, aber für die es (noch?) nicht ausreichend aussagekräftige Untersuchungen gibt. Die B-Supplemente sind zum Zeitpunkt ihrer Evaluierung nicht in die A-Gruppe, aber auch nicht in die C- oder D-Gruppe klassifizierbar. Die Einnahme von B-Supplementen sollte nur zu Forschungszwecken oder in Begleitung einer Fachperson und abgestimmt auf die spezifische, individuelle Situation erfolgen. Bei unsachgemässer Nutzung eines B-Supplementes ohne Anpassung an die individuelle Situation wird das Supplement automatisch zu einem C-Supplement.

Allgemeine Beschreibung

Nitrat ist eine natürlich vorkommende Stickstoffverbindung, die in der Landwirtschaft als Stickstoffdünger und in der Lebensmittelindustrie als Zusatzstoff eingesetzt wird. Nitrat wird in sowohl in Pflanzen wie auch Tieren gebildet. Die bedeutendsten Nitratquellen für den Menschen sind Gemüse, Trinkwasser und Fleischwaren (wegen des Pökelsalzes). Die durchschnittliche Nitrataufnahme hängt entsprechend stark von Art und Menge des Gemüsekonsums ab. Bei Athleten zeigte sich eine durchschnittliche Nitrataufnahme von 106 mg/Tag [1]. Der Nitratgehalt des Trinkwassers ist vernachlässigbar klein.

Nitratgehalt einzelner Lebensmittel		
Sehr hoch	Rucola, Spinat, Rhabarber, Amaranth	>2500 mg/kg
hoch	Randen, 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 [2]. 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 [2].

Randen gehört zu dem Gemüse mit einem natürlicherweise hohen Nitratgehalt (im Mittel ca. 1770 mg pro kg [2]). Daher wurde Randensaft in vielen Studien als natürliche Nitratquelle eingesetzt. Andere nitratreiche Lebensmittel zeigen jedoch eine ähnliche Wirkung [3]. Die nachfolgend beschriebene Wirkung des Randensafte beruht u.a. auf dem darin enthaltenen Nitrat und kann auch durch Nitrat in Wasser gelöst, erzielt werden.

Metabolismus, Funktion, allgemeine Wirkung

Nitrat wird aus der Nahrung schnell ins Blut aufgenommen. Rund ein Viertel des Nitrats wird aus dem Blut in die Speicheldrüsen aufgenommen, der Rest wird über den Urin ausgeschieden. Über den Speichel gelangt Nitrat langsam und stetig in den Mund, wo es von Bakterien unter der Zunge zu Nitrit reduziert wird [4, 5]. Das Nitrit wird mit dem Speichel geschluckt. Ein Teil davon wird im Magen zu Stickoxid (NO)

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: Nitrit und NO müssen zuerst gebildet werden und ihr Gehalt steigt daher erst verzögert an. Die höchsten Nitrit-Blutwerte werden beispielsweise erst ca. 2.5 bis 5 h nach der Einnahme von Nitrat gemessen [6].

Bei Supplementierungen sollten Mundspülungen aufgrund der Abtötung der Bakterien unter der Zunge nicht verwendet werden, da sonst kein Nitrit gebildet wird und die erwartete Wirkung ausbleibt [7].

Spezifische Wirkungen auf Leistungsfähigkeit

Bezüglich sportlicher Leistung wurden bisher folgende Effekte nachgewiesen:

- Reduzierter Sauerstoffverbrauch bei submaximalen Leistungen [8, 9].
- Längere Aufrechterhaltung submaximaler Leistungen [10, 11].
- Erhöhte Endleistung bei Stufentests (z.B. VO_{2max}-Test), wobei das die maximale Sauerstoffaufnahme unverändert bleibt.[9].
- Verbesserte Leistung bei Ausdauer- oder Intervallbelastungen von ca. 6 bis 30 min Dauer [9].
- Verbesserte Leistung in Teamsportarten (wiederholte Sprintbelastungen) [12].
- Verbesserte Leistung in der Höhe (> 1500 m.ü.M.) [13, 14]
- Zudem fand man eine Blutdrucksenkung bis zu 6 mm Hg [15].
- Verbesserte kognitive Leistung in Ruhe und allenfalls während Belastung [16]

Die genauen Wirkmechanismen bzw. deren mögliches Zusammenspiel sind noch nicht vollkommen geklärt. Folgende Wirkmechanismen von Nitrit und/oder NO werden diskutiert:

- Erhöhte Muskelkontraktion [10, 17]
- Bessere Wirkung in schnellen (Typ II) verglichen mit langsamen (Typ I) Muskelfasern [17]
- Bessere Effizienz der Mitochondrien, d.h. weniger Sauerstoff benötigt, um die gleiche Menge Energie (ATP) zu bilden [18, 19].
- Aufrechterhaltung der Energieproduktion (ATP), wenn nicht genügend Sauerstoff vorhanden ist (z.B. in der Höhe) [19]
- Erweiterung der Blutgefässe, d.h. bessere Sauerstoffversorgung vor Ort (Muskulatur) [20]

Eine unklare Datenlage liegt vor in folgenden Situationen:

- Es scheint, dass Nitrat insbesondere bei längeren Ausdauerbelastungen (>30 min) keine leistungssteigernden Effekte mehr aufweist.
- Es ist unklar, ob Randensaft wirkungsvoller ist als reines Nitrat [21].

- Die Wirkung von Randensaft bzw. Nitrat scheint bei Untrainierten oder moderat Trainierten besser zu sein als bei Eliteathleten [22].
- Unklar ist noch, wie lange die Wirkung von Nitrat genau anhält.
- Unklar ist, ob eine mehrtägige Einnahme einen grösseren Effekt hat als eine eintägige Einnahme [16, 23].
- Unklar, ob durch die Supplementation mit Nitrat während Trainingsphasen positive Effekte auf Adaptationen erzeugt werden können [24].

Mögliche Nebenwirkungen

Der Gebrauch von natürlichen Nitratquellen wie Randensaft weist kaum Risiken auf und führt zu einer langsamen und kontrollierten Nitrit-Freisetzung. Eine Überdosierung (mehr als 330 mg pro kg Körpergewicht [2]) kann lebensgefährliche Folgen haben.

Urin und Stuhl können sich nach der Einnahme von Randensaft rot färben, was jedoch unbedenklich ist.

Unverträglichkeitsprobleme im Magen-Darm-Trakt sind möglich. Erfahrungen aus der Praxis zeigten häufig Nebenwirkungen in Form von Völlegefühl, Unwohlsein, Blähungen oder leichter Übelkeit nach Einnahme, welche jedoch nach kurzer Zeit wieder verschwinden.

Die Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde gaben inzwischen grundsätzlich Entwarnung vor hohem Nitratgehalt in Lebensmitteln. Eine krebserregende Wirkung hat sich bei diesen Mengen im menschlichen Körper nicht gezeigt [2].

Insbesondere im submaximalen Bereich kann Nitrat bzw. Randensaft z.B. bei Stufen-Leistungstests die Sauerstoffaufnahme 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. 5 bis 30 min untersucht [9]. Die bisherigen Studien haben verschiedene Einnahmeprotokolle verwendet, wobei ca.

300 bis 500 mg Nitrat eingesetzt wurden (6-9 mmol Lösungen). Meistens erfolgte die Einnahme in Form von einem Randensaftkonzentrat (Shot):

- Akute Einnahme: 2½ bis 3 Stunden vor der Belastung [6].
- Mehrtägige Einnahme: Tägliche Einnahme der empfohlenen Randensaft/Nitrat-Dosierung.
- Nitrat wurde bisher bis maximal 15 Tage supplementiert. Längere Einnahmen wurden nicht untersucht.

An den Tagen, an denen Nitrat oder Randensaft eingesetzt wird, sollte auf die Einnahme von Mundspülungen verzichtet werden.

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. Es wird empfohlen, Produkte zu verwenden, wo der Nitratgehalt des Saftes oder des Produktes angegeben wird.

Abschliessende Bemerkung

Für kurze hochintensive Belastungen bis 30 min deuten einige Studien auf eine leistungssteigernde Wirkung von Nitrat bzw. Randensaft hin. Jedoch konnte gezeigt werden, dass die Wirkung bei untrainierten oder moderat trainierten Probanden höher war als bei Eliteathleten, wo selten eine Leistungssteigerung beobachtet werden konnte. Zudem sind auch extrem lange Ausdauerleistungen zu wenig gut untersucht. Die aktuelle Datenlage deutet jedoch darauf hin, dass bei längerer Dauer keine Leistungssteigerung beobachtet werden kann. Der Einsatz von Randensaft in der Höhe kann in gewissen Situationen durchaus Sinn machen, da eine Leistungssteigerung in vielen Studien nachgewiesen wurde.

Quellen

1. Jonvik, K.L., et al., *Habitual Dietary Nitrate Intake in Highly Trained Athletes*. Int J Sport Nutr Exerc Metab, 2017. **27**(2): p. 148-157.
2. European Food Safety, A., *Nitrate in vegetables - Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food chain*. EFSA Journal, 2008. **6**(6): p. 689-n/a.
3. Jonvik, K.L., et al., *Nitrate-Rich Vegetables Increase Plasma Nitrate and Nitrite Concentrations and Lower Blood Pressure in Healthy Adults*. J Nutr, 2016. **146**(5): p. 986-93.
4. Jones, A.M., *Dietary nitrate supplementation and exercise performance*. Sports Med, 2014. **44** Suppl 1: p. S35-45.
5. Lundberg, J.O., E. Weitzberg, and M.T. Gladwin, *The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics*. Nature Reviews Drug Discovery, 2008. **7**(2): p. 156-67.
6. Wylie, L.J., et al., *Beetroot juice and exercise: pharmacodynamic and dose-response relationships*. Journal of Applied Physiology, 2013. **115**(3): p. 325-36.
7. Govoni, M., et al., *The increase in plasma nitrite after a dietary nitrate load is markedly attenuated by an antibacterial mouthwash*. Nitric Oxide, 2008. **19**(4): p. 333-7.
8. Jones, A.M., S.J. Bailey, and A. Vanhatalo, *Dietary nitrate and O₂ consumption during exercise*. Medicine and Sport Science, 2012. **59**: p. 29-35.
9. Hoon, M.W., et al., *The effect of nitrate supplementation on exercise performance in healthy individuals: a systematic review and meta-analysis*. International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism, 2013. **23**(5): p. 522-32.
10. Bailey, S.J., et al., *Dietary nitrate supplementation enhances muscle contractile efficiency during knee-extensor exercise in humans*. Journal of Applied Physiology, 2010. **109**(1): p. 135-48.
11. Bailey, S.J., et al., *Dietary nitrate supplementation reduces the O₂ cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in*

- humans. *Journal of Applied Physiology*, 2009. **107**(4): p. 1144-55.
12. Wylie, L.J., et al., *Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance*. *Eur J Appl Physiol*, 2013. **113**(7): p. 1673-84.
 13. Muggeridge, D.J., et al., *A single dose of beetroot juice enhances cycling performance in simulated altitude*. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 2014. **46**(1): p. 143-50.
 14. Shannon, O.M., et al., *"Beet-ing" the Mountain: A Review of the Physiological and Performance Effects of Dietary Nitrate Supplementation at Simulated and Terrestrial Altitude*. *Sports Med*, 2017. **47**(11): p. 2155-2169.
 15. Kapil, V., et al., *Inorganic nitrate supplementation lowers blood pressure in humans: role for nitrite-derived NO*. *Hypertension*, 2010. **56**(2): p. 274-81.
 16. Jones, A.M., et al., *Dietary Nitrate and Physical Performance*. *Annu Rev Nutr*, 2018. **38**: p. 303-328.
 17. Hernandez, A., et al., *Dietary nitrate increases tetanic [Ca²⁺]_i and contractile force in mouse fast-twitch muscle*. *J Physiol*, 2012. **590**(Pt 15): p. 3575-83.
 18. Larsen, F.J., et al., *Dietary inorganic nitrate improves mitochondrial efficiency in humans*. *Cell Metabolism*, 2011. **13**(2): p. 149-59.
 19. Larsen, F.J., et al., *Dietary nitrate reduces maximal oxygen consumption while maintaining work performance in maximal exercise*. *Free Radical Biology and Medicine*, 2010. **48**(2): p. 342-7.
 20. Gilchrist, M., A.C. Shore, and N. Benjamin, *Inorganic nitrate and nitrite and control of blood pressure*. *Cardiovascular Research Center Bulletin*, 2011. **89**(3): p. 492-8.
 21. Flueck, J.L., et al., *Is beetroot juice more effective than sodium nitrate? The effects of equimolar nitrate dosages of nitrate-rich beetroot juice and sodium nitrate on oxygen consumption during exercise*. *Appl Physiol Nutr Metab*, 2016. **41**(4): p. 421-9.
 22. Porcelli, S., et al., *Aerobic fitness affects the exercise performance responses to nitrate supplementation*. *Med Sci Sports Exerc*, 2015. **47**(8): p. 1643-51.
 23. Vanhatalo, A., et al., *Acute and chronic effects of dietary nitrate supplementation on blood pressure and the physiological responses to moderate-intensity and incremental exercise*. *American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 2010. **299**(4): p. R1121-31.
 24. Rothschild, J.A. and D.J. Bishop, *Effects of Dietary Supplements on Adaptations to Endurance Training*. *Sports Med*, 2020. **50**(1): p. 25-53.

Verfasser: Dr. Joëlle Flück

Review: AG Supplementguide der SSNS

Datum: November 2020, Version 3.0

Gültigkeit: November 2023