

Jus de betterave rouge

Nitrate

Classification

Supplément B

Suppléments pouvant être utilisés dans le sport, mais pour lesquels il n'existe pas (encore?) d'études suffisamment significatives. Au moment de leur évaluation, les suppléments B ne sont pas classifiables dans le groupe A, ni dans le groupe C ou D. L'ingestion de suppléments B ne doit être faite qu'à des fins de recherche ou avec un spécialiste et adaptée à la situation spécifique et individuelle. Si un supplément B est mal utilisé sans s'adapter à la situation individuelle, le supplément B devient automatiquement un supplément C.

Description générale

Le nitrate est un composé azoté naturel qui est utilisé en agriculture comme engrais azoté et comme additif dans l'industrie alimentaire. Le nitrate est produit dans les plantes et les animaux. Les principales sources de nitrates pour l'homme sont les légumes, l'eau potable et les produits carnés (en lien avec le sel de salage). L'apport moyen en nitrates dépend du type et de la quantité de légumes consommés. Les athlètes ont montré une consommation moyenne de nitrates de 106 mg/jour [1]. La teneur en nitrates de l'eau potable est négligeable.

Teneur en nitrates de différentes denrées alimentaires		
Très élevée	rucola, épinards, rhubarbe, amarante	>2500 mg/kg
Elevée	betterave, radis, céleri, chicorée, endive, doucette, laitue	~1000 à 2500 mg/kg
Moyenne	chou-rave, courge, laitue iceberg, fèves diverses	~500 à 1000 mg/kg
Faible	brocoli, chou, courgette, auber-gine, carotte	~200 à 500 mg/kg
Très faible	potatoes, champignons, petits pois, tomates, choux de Bruxelles, fruits en général	~1 à 200 mg/kg

Tableau 1: Valeurs moyennes de la teneur en nitrates de certains légumes ¹ Les principales sources de nitrates sont les pommes de terre (grande consommation) et les salades (teneur élevée en nitrates). La teneur exacte en nitrates dépend de divers facteurs tels que la variété, la lumière, les conditions du sol, la disponibilité des éléments nutritifs (par ex. utilisation d'engrais), l'âge de la plante, etc. ¹.

La betterave est un légume dont la teneur en nitrates est naturellement élevée (en moyenne environ 1770 mg par kg [2]). C'est pourquoi le jus de betterave a été utilisé comme source naturelle de nitrates dans de nombreuses études. D'autres aliments riches en nitrates (ex. rhubarbe, épinards) ont cependant un effet similaire [3]. L'effet du jus de betterave décrit ci-dessous est dû entre autres au nitrate qu'il contient et peut également être obtenu par l'ingestion d'une solution de sels de nitrate dans l'eau.

Métabolisme, fonction, effet général

Les nitrates passent rapidement de l'alimentation dans le sang. Environ un quart est absorbé par l'intermédiaire des glandes salivaires, le reste est éliminé dans l'urine. Environ un quart du

nitrate est absorbé du sang dans les glandes salivaires, le reste est éliminé par l'urine. Le nitrate pénètre lentement et régulièrement dans la bouche par la salive, où il est réduit par les bactéries sous la langue en nitrite [4,5]. Le nitrite est avalé avec la salive. Une partie est convertie en oxyde nitrique (NO) dans l'estomac. L'autre partie est absorbée dans le sang et transportée dans les muscles où elle sert de source de NO. Un effet important du NO est la dilatation des vaisseaux sanguins.

En conséquence de ce cycle, les nitrites et les NO doivent d'abord se former et leur teneur n'augmente que lentement dans le sang. Par exemple, les valeurs sanguines de nitrites les plus élevées ne sont mesurées qu'environ 2,5 à 5 heures après l'ingestion de nitrate [6].

Lors de prise de suppléments, les bains de bouche ne doivent pas être utilisés car ils favorisent l'élimination des bactéries sous la langue. Dans ce cas les nitrites ne vont pas se former et l'effet escompté ne sera pas atteint [7].

Effets spécifiques sur la performance

En termes de performances sportives, les effets suivants ont été démontrés jusqu'à présent :

- Réduction de la consommation d'oxygène lors d'efforts sous maximaux [8,9]
- Maintien prolongé des performances lors d'efforts sous maximaux [10,11]
- Augmentation de la puissance finale lors de test par paliers (p. ex. test VO2 max) lorsque la consommation maximale d'oxygène demeure inchangée [9]
- Performances améliorées lors d'efforts d'endurance ou d'intervalles d'une durée d'env. 6 à 30 min [9]
- Amélioration de la performance dans les sports d'équipe (efforts de sprint répétés) [12]
- Performances améliorées en altitude (> 1500 m) [13,14]
- De plus, une réduction de la tension artérielle allant jusqu'à 6 mm Hg a été trouvée [15]
- Amélioration des performances cognitives au repos et pendant l'effort [16]

Les mécanismes d'action exacts et leurs interactions n'ont pas encore été entièrement élucidés. Les mécanismes d'action suivants sont discutés :

- Augmentation de la contraction musculaire [10,17]
- Conséquences favorables sur les fibres musculaires rapides (Type II) par rapport aux fibres lentes (Type I) [17]
- Meilleure efficacité des mitochondries, c'est-à-dire moins d'oxygène nécessaire pour former la même quantité d'énergie (ATP) [18,19]

- Maintien de la production d'énergie (ATP) en cas de manque d'oxygène (par ex. en altitude) [19]
- Dilatation des vaisseaux sanguins, c'est-à-dire meilleur approvisionnement en oxygène (muscles) [20]

Les données ne sont pas claires dans les situations suivantes :

- Il semble que les nitrates n'ont pas d'effet d'amélioration des performances, en particulier pour des efforts d'endurance plus longs (>30 min).
- Il semble que le jus de betterave soit plus efficace que le nitrate pur [21, 22].
- L'effet du jus de betterave ou du nitrate semble être meilleur pour les athlètes non entraînés ou modérément entraînés que pour les athlètes d'élite [23].
- On ne sait pas encore combien de temps dure l'effet des nitrates.
- Il n'est pas clair si un apport sur plusieurs jours a un effet plus important qu'un apport sur un seul jour [16,24]
- On ne sait pas si le nitrate ou le jus de betterave a une influence sur la force maximale ainsi que sur le développement de la force [25, 26].
- Il n'est pas certain qu'une supplémentation en nitrate pendant les phases d'entraînement puisse avoir des effets positifs sur les adaptations [27].
- Il n'est pas clair si le jus de betterave ou le nitrate pourrait avoir un effet positif sur les lésions musculaires induites par l'effort [28].

Effets secondaires possibles

L'utilisation de sources naturelles de nitrates telles que le jus de betterave ne présente pratiquement aucun risque et entraîne une libération lente et contrôlée de nitrites. Une surdose (plus de 330 mg par kg de poids corporel [2]) peut avoir des conséquences mortelles.

L'urine et les fèces peuvent rougir après avoir pris du jus de betterave, ceci est inoffensif.

Des problèmes d'intolérances gastro-intestinales sont possibles. L'expérience pratique a souvent montré des effets secondaires sous forme de ballonnements, d'inconfort ou de légères nausées après ingestion, qui disparaissent après un court laps de temps.

L'Autorité européenne de sécurité des aliments vient d'émettre un signal tout à fait clair contre la présence d'une teneur élevée en

nitrates dans les denrées alimentaires. Un effet cancérigène n'a pas été démontré avec de telles quantités [2].

Lors d'effort dans la zone sous-maximale, les nitrates ou le jus de betterave peuvent modifier l'absorption d'oxygène, par exemple lors des tests de performance par paliers. Il faudrait en tenir compte lors des tests de performance dans le sport de haut niveau pour éviter les erreurs d'interprétation.

Application et dosage

Jusqu' à présent, le nitrate a été étudié principalement pour des efforts brefs, à haute intensité, d'environ 5 à 30 min. [9]. Les études précédentes ont utilisé différents protocoles d'ingestion, dans lesquels environ 300 à 500 mg de nitrate ont été utilisés (solutions de 6 à 9 mmol). La plupart du temps, il était pris sous la forme d'un jus de betterave concentré (shot):

- Prise aiguë : 2 ½ à 3 heures avant l'exercice [6].
- Apport sur plusieurs jours : Apport quotidien de la dose recommandée de jus de betterave / de nitrate.
- Jusqu' à présent, les supplémentations ont duré maximum 15 jours. Les prises plus longues n'ont pas fait l'objet d'études.

Si l'on utilise du nitrate ou du jus de betterave, il faut éviter de prendre des bains de bouche les jours précédents [22, 29].

Un autre problème majeur dans la pratique est la teneur en nitrates de tous les types de légumes, et donc aussi des jus de légumes, qui fluctue naturellement et qui est donc difficile à doser. Dans les études scientifiques, la teneur en nitrates des jus a donc été préalablement analysée. Il est recommandé d'utiliser des produits dont la teneur en nitrates est connue.

Remarque finale

Pour les efforts de courte durée et de haute intensité (jusqu'à 30 minutes), certaines études indiquent un effet d'amélioration des performances du nitrate ou du jus de betterave. Cependant, il a été démontré que l'effet était plus important chez les sujets non entraînés ou modérément entraînés que chez les athlètes d'élite, où une augmentation de la performance a rarement pu être observée. L'influence de la prise de nitrates sur les performances d'ultra-endurance n'a pas été suffisamment étudiée. Les données actuelles indiquent toutefois qu'aucune augmentation de la performance ne peut être observée en cas d'effort prolongé. L'utilisation de jus de betterave en altitude (> 1500 m) peut s'avérer judicieuse dans certaines situations, car une augmentation des performances a été démontrée dans de nombreuses études.

Sources

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. Kafil, 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. Silva, K.V.C., et al., *Factors that Moderate the Effect of Nitrate Ingestion on Exercise Performance in Adults: A Systematic Review with Meta-Analyses and Meta-Regressions*. Adv Nutr, 2022. **13**(5): p. 1866-1881.
23. Porcelli, S., et al., *Aerobic fitness affects the exercise performance responses to nitrate supplementation*. Med Sci Sports Exerc, 2015. **47**(8): p. 1643-51.
24. 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.
25. Jonvik, K.L., et al., *The impact of beetroot juice supplementation on muscular endurance, maximal strength and countermovement jump performance*. Eur J Sport Sci, 2021. **21**(6): p. 871-878.
26. Anderson, O.K., et al., *Effects of Nitrate Supplementation on Muscle Strength and Mass: A Systematic Review*. J Strength Cond Res, 2022. **36**(12): p. 3562-3570.
27. Rothschild, J.A. and D.J. Bishop, *Effects of Dietary Supplements on Adaptations to Endurance Training*. Sports Med, 2020. **50**(1): p. 25-53.
28. Jones, L., et al., *The Effect of Nitrate-Rich Beetroot Juice on Markers of Exercise-Induced Muscle Damage: A Systematic Review and Meta-Analysis of Human Intervention Trials*. J Diet Suppl, 2022. **19**(6): p. 749-771.
29. Jones, A.M., et al., *Dietary Nitrate and Nitric Oxide Metabolism: Mouth, Circulation, Skeletal Muscle, and Exercise Performance*. Med Sci Sports Exerc, 2021. **53**(2): p. 280-294.

Auteur: Dr. Joëlle Flück

Review: Groupe de travail Guide des suppléments, SSNS

Date: Décembre 2023, Version 4.0

Validité: Décembre 2026