

## Přehledová práce

# Živiny potenciálně nedostatkové v rostlinné stravě a jejich možné rostlinné zdroje

MUDr. Eva Kudlová, CSc.

Ústav hygieny a epidemiologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy, Praha

## Abstrakt

Způsob stravování na základě potravin rostlinného původu má potenciální nedostatek těch živin, jejichž zdrojem jsou převážně živočišné potraviny. Specifickým výběrem rostlinných potravin, jejich vhodnou úpravou a používáním doplňků stravy je možné sestavit veganskou stravu, při které nedochází k nedostatku živin. Článek shrnuje možné rostlinné zdroje potenciálně kritických živin ve veganské stravě, mezi něž patří bílkoviny, n-3 mastné kyseliny s dlouhým řetězcem (kyselina eikosapentaenová a kyselina dokosaheptaenová), vitaminy D, B<sub>2</sub> a B<sub>12</sub>, vápník, železo, jod, zinek a selen.

**Klíčová slova:** vegan, rostlinná strava, kritické živiny, biologická dostupnost.

## Úvod

Vegetariánský způsob stravování nabývá v posledních letech na popularitě celosvětově i v Česku.

Nejpřísnější z vegetariánských diet je veganství, tj. vyloučení všech živočišných potravin z jídelníčku. Ty ale v pestré smíšené stravě významně přispívají k přísunu celé řady živin, jejichž dostatečný příjem z veganské stravy může být obtížný, a proto je potřebné jej zajistit správným výběrem rostlinných potravin, případně doplňků stravy. Zatímco některé profesní organizace uznávají, že dobře sestavená veganská strava je adekvátní pro lidi ve všech fázích života [1,2], jiné vyjadřují obavy z nedostatků některých živin a jejich zdravotních důsledků, zejména u zranitelných skupin obyvatelstva – dětí, těhotných a kojících žen [3]. Mezi živiny, jejichž příjem je z rostlinné stravy nedostatečný nebo potenciálně nedostatečný, patří bílkoviny, n-3 mastné kyseliny s dlouhým řetězcem, vitaminy B<sub>2</sub>, B<sub>3</sub>, B<sub>12</sub> a D, vápník, železo, zinek, jod a selen [1-4]. Tento článek shrnuje možné rostlinné zdroje těch živin, které při smíšené stravě poskytují především živočišné potraviny (Tabulka 1).

**Tabulka 1** Potenciálně nedostatkové živiny v rostlinné stravě a jejich přirozené rostlinné zdroje (Podle [2,3])

| Potenciálně nedostatková živina                              | Rostlinný zdroj  |
|--|--|
| Bílkoviny  | Luštěniny, ořechy, obiloviny (celozrnné), olejnatá semena (např. konopná, lněná, slunečnicová, dýňová, maková, sezamová a chia), brambory ve vhodných kombinacích (např. obiloviny + luštěniny, sójové výrobky a/nebo olejnatá semena).  |
| Nenasycené mastné kyseliny n-3 s dlouhým řetězcem (DHA, EPA) | Konzumace zdrojů kyseliny alfa-linolenové (např. semena řepky, lnu, chia, konopí, vlašské ořechy a jejich oleje) a omezení zdrojů kyseliny linolové (např. kukuřičný a slunečnicový olej) a pestrá strava napomáhají konverzi kyseliny alfa-linolenové na kyselinu eikosapentaenovou (EPA) a kyselinu dokosaheptaenovou (DHA). |
| Vitamin B <sub>2</sub> (Riboflavin)                          | Olejnatá semena, ořechy, luštěniny, různé druhy zeleniny (např. brokolice, kapusta) a celozrnné obiloviny.   |
| Vitamin B <sub>12</sub>                                      | Nespolehlivý zdroj: mořské řasy.   |
| Vitamin D  | Některé druhy hub (nepokryje potřebu).   |
| Jod  | Jodidovaná kuchyňská sůl i potraviny z ní připravené. Mořské řasy se středním obsahem jodu, např. nori.  |
| Selen  | Zelí, brokolice, česnek, cibule, houby, chřest, luštěniny, para ořechy (množství závisí na obsahu selenu, na které potraviny vyrostly).  |
| Vápník   | Zelenina (např. brokolice, kapusta, rukola), ořechy (např. lískové a para ořechy), luštěniny, výrobky ze sójového masa, tofu, minerální voda s obsahem vápníku >150 mg/l.  |
| Zinek  | Celozrnné obiloviny, luštěniny, olejnatá semena, ořechy.   |
| Železo   | Luštěniny, olejnatá semena, ořechy, celozrnné obiloviny a různé druhy zeleniny.  |

## Bílkoviny

Podle nedávné metaanalýzy zahrnující 48 studií je ve srovnání s jinými dietami příjem bílkovin u veganů nejnižší-mírně pod referenční hodnotou, zejména při omezené konzumaci luštěnin, semen a ořechů [4].

Kvalita bílkovin je určena obsahem aminokyselin a stravitelností. Skóre aminokyselin korigované na stravitelnost rostlinných bílkovin není tak vysoké jako živočišných [5]. Metaanalýza studií dusíkové bilance však zjistila, že potřeba bílkovin (mg dusíku/kg/den) u zdravých dospělých nebyla ovlivněna jejich zdrojem (živočišným, rostlinným, smíšeným) za předpokladu, že vegetariáni konzumovali buď sójovou bílkovinu, nebo různorodou směs jiných rostlinných bílkovin [6]. Zatímco sójová bílkovina tedy dokáže uspokojit potřebu bílkovin stejně účinně jako živočišné bílkoviny, bílkoviny z jiných rostlinných zdrojů (hlavně luštěniny a obiloviny) jsou méně dobře stravitelné. Ve stravě založené hlavně na obilovinách (zejména pšenici) bývá limitující esenciální aminokyselinou lysin, a proto je nutné malé množství jiných rostlinných bílkovin (např. z luštěnin nebo olejnatých semen) k získání dostatečného množství lysinu a dalších esenciálních aminokyselin [2].



V úrovni stravitelnosti rostlinných bílkovin existují podstatné rozdíly [7]. Zatímco izolované rostlinné bílkoviny, např. sójová bílkovina nebo lepek, mají stejnou stravitelnost (> 95 %) jako živočišné bílkoviny a celozrnné obiloviny a luštěniny 80–90 %, většina ostatních rostlinných bílkovin má stravitelnost 50–80 % kvůli přítomnosti buněčných stěn a antinutričních faktorů. Klíčení zrn a fermentace může zvýšit stravitelnost bílkovin luštěnin a obilovin [8–10]. Stravitelnost bílkovin také ovlivňuje zpracování potravin a jejich tepelná úprava. Antinutriční faktory se mohou v potravinách vyskytovat přirozeně (např. inhibitory trávicích enzymů, lektiny, taniny, fytyáty, glukosinoláty, isothiokyanáty) nebo vznikat při zpracování (např. D-aminokyseliny, lysinoalanin) [11]. Inhibitory trávicích proteolytických enzymů obsahují zvláště luštěniny, obiloviny, brambory a rajčata [12]. Sójové boby jsou nejkoncentrovanějším zdrojem inhibitoru trypsinu, zatímco hrách a zpracované sójové výrobky jich obsahují podstatně méně [11]. Protože se obvykle jedná o bílkoviny, mohou být enzymové inhibitory inaktivovány tepelným nebo jiným zpracováním [11,12]. Naopak taniny (ve vodě rozpustné polyfenoly) přítomné například v hrachu a fazolích mohou tvořit s bílkoviny komplexy s nižší stravitelností [11]. Kyselina fytová (v semenech, zrnech a ořeších) nebo její soli v jiných rostlinných tkáních také mohou snížit aktivitu trávicích enzymů [11].

Vzhledem k tomu, že stravitelnost a obsah esenciálních aminokyselin v rostlinných bílkovinách je nižší než v živočišných, může být vhodné, aby vegani konzumovali více bílkovin, než je doporučeno pro běžnou populaci ze široké škály rostlinných potravin [2].

## N-3 mastné kyseliny s dlouhým řetězcem

Z polynenasycených n-3 mastných kyselin je v rostlinných zdrojích v dostatečném množství pouze esenciální kyselina alfa-linolenová (ALA, 18:3, n-3). Z ní se tvoří kyselina eikosapentaenová (EPA, 20:5 n-3) a kyselina dokosahexaenová (DHA, 22:6 n-3), ale tento proces je málo účinný a je ovlivněn mimo jiné obsahem celé řady živin ve stravě [1]. Tvorbu EPA a DHA z ALA může potlačit také vysoký příjem n-6 kyseliny linolové (LA), proto by poměr LA / ALA neměl přesáhnout 4: 1 [13]. Zásobením organismu n-3 mastnými kyselinami je možné zlepšit pravidelnou konzumací zdrojů ALA (např. rozdrčená semena řepky, lnu, chia, konopí, vlašské ořechy a jejich oleje) a omezením příjmu zdrojů kyseliny linolové (např. kukuřičný a slunečnicový olej) a pestrou stravou, která napomáhá konverzi ALA na EPA a DHA [1,2,14]. Oleje z několika mikrořas (např. Schizochytrium) obsahují DHA a byly v EU schváleny jako nové složky potravin [15].

## Vitamin B<sub>12</sub>

Nízký příjem vitamínu B<sub>12</sub> je nejkritičtější problémem veganské stravy [3]. Vitamin B<sub>12</sub> tvoří pouze některé bakterie a archea (skupina evolučně pravděpodobně vůbec nejstarších jednobuněčných organismů). Bohatým zdrojem vitamínu B<sub>12</sub> pro člověka jsou produkty z přežvýkavců a mořských živočichů. Přežvýkavci získávají vitamin B<sub>12</sub> symbiózou s bakteriemi ve svém žaludku. Zdrojem vitamínu B<sub>12</sub> pro vodní živočichy je fytoplankton, který jej také získává symbiózou s bakteriemi [16]. Z rostlinných potravin mohou obsahovat vitamin B<sub>12</sub> některé řasy, např. nori a houby shiitake. Tyto potraviny však nejsou vhodné jako jediný zdroj vitamínu B<sub>12</sub>, protože biologická dostupnost je nejasná, resp. vitamin B<sub>12</sub>

je v neaktivní formě. Kromě toho, některé řasy obsahují i značné množství neaktivních analogů vitamínu B<sub>12</sub>, které mohou interferovat s absorpcí aktivních forem B<sub>12</sub> [17]. Spirulina a další produkty se sinicemi uváděné na trh jako přírodní zdroje vitamínu B<sub>12</sub> neobsahují kobalamin v aktivní formě, a proto nejsou vhodné pro splnění požadavků [17]. Adekvátní příjem vitamínu B<sub>12</sub> lze zajistit pouze doplňky stravy [1-3].

### Vitamin D

Deficit vitamínu D v populaci je celosvětově uznávaný problém. Příjem vitamínu D je u veganů nižší než u jiných diet, zejména pro vyloučení ryb ze stravy, a nižší než referenční hodnota příjmu, ale nebyly zjištěny významné rozdíly v koncentraci v séru mezi vegany a nevegany [4]. Stav zásobení organismu závisí na expozici slunečnímu záření, konzumaci několika málo druhů živočišných potravin, zejména tučných ryb, fortifikovaných potravin a případně používání doplňků stravy. Pokud jsou houby vystaveny zdroji ultrafialového záření, jako je sluneční světlo nebo UV lampa, mohou generovat nutričně významné množství vitamínu D, proto jsou v současnosti zkoumány jako jediný potenciální rostlinný zdroj vitamínu D [18].

### Vápník

Nízký příjem vápníku mezi vegany byl zjištěn v mnoha studiích zahrnutých v přehledu Bacaloudi a kol. [4]. Příjem vápníku je u veganů nedostatečný nejen kvůli vyloučení mléčných výrobků, ale také kvůli problematické biologické dostupnosti vápníku z potravin rostlinného původu. Biologická dostupnost vápníku z rostlinných potravin je nepřímo úměrná množství oxalátů a fytátů v nich. Například ze špenátu nebo rebarbory, v nichž je vysoké, se absorbuje pouze 5-9 % vápníku, a naproti tomu z brukvovité zeleniny (kapusta, květák, brokolice apod.), v nichž je nízké, se absorbuje 40-48 % vápníku [19]. Zdá se, že vláknina nezhoršuje vstřebávání vápníku. Vápník z chloridu vápenatého a síranu vápenatého použitého k výrobě tofu má podobnou biologickou dostupnost jako vápník z mléka. Biologická dostupnost vápníku z minerální vody je podobná nebo lepší než z mléka a jeho absorpce se zlepšuje při současné konzumaci jídla [2].

### Železo

Nedostatek železa je považován za globálně nejrozšířenější malnutrici, která se vyskytuje ve všech zemích světa. [20]. Rostliny obsahují výlučně nehemové železo, jehož biologická dostupnost je nízká ve srovnání s hemovým, tj. vázaným na hemoglobin nebo myoglobin v mase a vnitřnostech [20]. Množství železa vstřebaného z potravy závisí na jejím obsahu látek zvyšujících nebo snižujících vstřebávání železa a na stavu zásob železa v organismu [21]. Vstřebávání železa v rostlinné stravě zvyšuje zejména kyselina askorbová (vitamin C), ale i jiné organické kyseliny v ovoci a zelenině [20]. Mezi inhibitory patří fytáty (inositol hexafosfát), polyfenoly, taniny (např. v kávě, čaji), vápník a další mikroživiny, např. zinek a měď. Namáčení, klíčení a fermentace obilovin a luštění i kynutí těsta aktivuje enzym fytázu, která snižuje obsah fytátů [22].

Lidé na bezmasé stravě by měli přijímat více železa, než je referenční hodnota příjmu, konzumací různých rostlinných potravin bohatých na železo s nízkým obsahem fytátů a zvyšovat jeho biologickou dostupnost

zpracováním potravin výše uvedenými procesy a současnou konzumací potravin bohatých na vitamin C [2]. Černý čaj a káva by se neměly pít přímo před jídlem s vysokým obsahem železa, během jídla nebo po něm [3].

### Zinek

Podobně jako u železa je využití zinku z rostlinné stravy podstatně nižší než z živočišné. Biologickou dostupnost zinku lze zvýšit podobnými procesy jako dostupnost železa [22] a stejně jako u železa by lidé na bezmasé stravě měli konzumovat více zinku, než je referenční hodnota příjmu [2].

### Jod a selen

Nedostatek jodu je celosvětově považován za jeden z podstatných výživových problémů, který je řešen zejména používáním soli obohacené jodem. Vegani mají zvýšené riziko nedostatku jodu [4], protože většina rostlinné stravy obsahuje jodu málo a obsažené množství závisí na obsahu jodu v půdě, používání hnojiv a zavlažování [23]. Strumigeny v rostlinných potravinách, jako jsou zelí, sójové boby a sladké brambory, mohou snížit biologickou dostupnost jodu, což může být významné, pokud je příjem jodu velmi nízký [24].

### Obohacené potraviny

V mezinárodních publikacích se často uvádí, že živiny nedostatkové v rostlinné stravě mohou dodávat obohacené potraviny (například obohacené o vitamin B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, D, vápník, zinek, olej z mikrořas). To se promítá i do mnoha populárních zdrojů informací o vegetariánství, kde ale často není uvedeno, že zdroj dané živiny je pouze potravina obohacená, nikoliv přirozená. Tvzení o obohacovaných potravinách je obvykle založeno na situaci v Severní Americe, kde je na trhu mnohem více obohacených potravin než v ČR.

### Závěr

Rostlinná strava nese určité riziko nedostatečného příjmu bílkovin, některých vitaminů, minerálních látek a stopových prvků. Zdrojem potenciálně nedostatkových živin jsou na ně bohaté přírodní potraviny, obohacené potraviny a doplňky stravy. Tato rizika lze překonat výběrem správných rostlinných potravin, jejich vhodnou úpravou a v případě potřeby používáním doplňků stravy. Vegani by měli svůj výživový stav konzultovat s odborníkem v oblasti výživy s cílem předcházet nedostatkům živin, případně minimalizovat jejich negativní zdravotní důsledky.

### Literatura

1. Melina V, Craig W, Levin S (2016) Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Vegetarian Diets. *J Acad Nutr Diet* 116(12), 1970-1980.
2. Agnoli C, Baroni L, Bertini I et al. (2017) Position paper on vegetarian diets from the working group of the Italian Society of Human Nutrition, Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases 27 (12), 1037-1052
3. Richter M, Boeing H, Grünewald-Funk D, et al. (2016) Vegan diet. Position of the German Nutrition Society (DGE). *Ernahrungs Umschau international* 63(04), 92-102.
4. Bakaloudi DR, Halloran A, Rippin HL et al. (2021) Intake and adequacy of the vegan diet. A systematic review of the evidence. *Clin Nutr* 40(5), 3503-352.

5. Schaafsma G (2000) The protein digestibility corrected amino acid Score. *J Nutr* 130, 1865S-1867S.
6. Rand WM, Pellett PL, Young VR (2003) Meta-analysis of nitrogen balance studies for estimating protein requirements in healthy adults. *Am J Clin Nutr* 77, 109-127.
7. WHO/FAO (2007) Protein and amino acid requirements in human nutrition. Report of a joint WHO/FAO/UNU expert consultation. WHO Report No: 935, Geneva: WHO.
8. Inoue G, Fujita Y, Niiyama Y (1973) Studies on protein requirements of young men fed egg protein and rice protein with excess and maintenance energy intakes. *J Nutr* 103,1673-1687.
9. Istfan N, Murray E, Janghorbani M, Young VR (1983) An evaluation of the nutritional value of a soy protein concentrate in young adult men using the short-term N-balance method. *J Nutr* 113, 2516-2523.
10. Young VR, Puig M, Queiroz E et al. (1984) Evaluation of the protein quality of an isolated soy protein in young men: relative nitrogen requirements and effect of methionine supplementation. *Am J Clin Nutr* 39, 16-24.
11. Gilani GS, Wu XC, Cockell KA (2012) Impact of antinutritional factors in food proteins on the digestibility of protein and the bioavailability of amino acids and on protein quality. *Br J Nutr* 108(Suppl. 2), S315-32.
12. Friedman M, Brandon DL (2001) Nutritional and health benefits of soy proteins. *J Agric Food Chem* 49, 1069-1086.
13. Saunders AV, Davis BC, Garg ML (2013) Omega-3 polyunsaturated fatty acids and vegetarian diets. *Med J Aust* 19;199(S4), S22-S26.
14. Davis BC, Kris-Etherton PM (2003) Achieving optimal essential fatty acid status in vegetarians: current knowledge and practical implications. *Am J Clin Nutr* 78, 640S-646S.
15. Evropská komise 32014D0463 Provdědčí rozhodnutí Komise ze dne 14. července 2014, kterým se povoluje uvedení oleje z mikrořas *Schizochytrium sp.* na trh jako nové složky potravin podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 258/97 a zrušují rozhodnutí 2003/427/ES a 2009/778/ES.
16. Watanabe F, Bito T (2018) Vitamin B12 sources and microbial interaction. *Exp Biol Med (Maywood)* 243(2),148-158.
17. Watanabe F, Yabuta Y, Tanioka Y, Bito T (2013) Biologically active vitamin B12 compounds in foods for preventing deficiency among vegetarians and elderly subjects. *J Agric Food Chem* 61, 6769-6775.
18. Cardwell G, Bornman JF, James AP, Black LJ (2018) A Review of Mushrooms as a Potential Source of Dietary Vitamin D. *Nutrients* 10(10), 1498. doi:10.3390/nu10101498
19. Shkemi B, Huppertz T (2021) Calcium Absorption from Food Products: Food Matrix Effects. *Nutrients*, 14(1), 180. doi.org/10.3390/nu14010180
20. EFSA Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (2015) Scientific Opinion on Dietary Reference Values for iron. *EFSA Journal* 13(10), 4254, doi:10.2903/j.efs.2015.4254.
21. Hurrell R, Egli I (2010) Iron bioavailability and dietary reference values. *Am J Clin Nutr* 91, 1461S-1467S.
22. Gupta RK, Gangoliya SS, Singh NK (2015) Reduction of phytic acid and enhancement of bioavailable micronutrients in food grains. *J Food Sci Technol* 52, 676-684.
23. Institute of Medicine, Food and Nutrition Board (2001) Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington, DC, National Academy Press.
24. Leitzmann C, Keller M. (2013) Vegetarische Ernährung. 3., aktual. Aufl., Ulmer, Stuttgart.

### Abstract

Diet based on foods of plant origin is potentially deficient in those nutrients, the source of which is mainly animal food. By specific plant food selection, their appropriate preparation, and the use of food supplements, it is possible to compile a vegan diet that does not lack nutrients. The article summarizes possible plant sources of potentially critical nutrients in the vegan diet that include protein, n-3 long chain fatty acids (eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid), vitamins D, B<sub>2</sub>, and B<sub>12</sub>, calcium, iron, iodine, zinc, and selenium.

**Key words:** vegan, plant-based diet, critical nutrients, bioavailability.

# VÝŽIVA a potraviny

Recenzovaný odborný časopis

Vydavatel:

výživaservis s.r.o.,  
Opletalova 1417/25 - 110 00 Praha 1,  
IČ: 27075061,  
DIČ: CZ27075061,  
jsme plátcí DPH  
tel. 267 311 280,  
fax. 271 732 669.  
e-mail: info@vyzivapol.cz  
http://www.vyzivapol.cz  
MK ČR E 1133, ISSN 1211-846X

Vychází jednou za dva měsíce. Toto číslo vyšlo 23. 3. 2022. Nevyžádané rukopisy se nevracejí. Za obsahovou správnost článku odpovídá autor. Řídí redakční rada – předsedkyně prof. Ing. Jana Dostálová, CSc., místopředsedkyně redakční rady doc. MUDr. Jolana Rambousková, CSc., členové: Ing. Daniel Bureš, Ph.D., doc. MUDr. Jindřich Fiala, CSc., doc. Ing. Miroslav Jůzl, Ph.D., MUDr. Matej Kohutiár, Ph.D., prof. Ing. Lenka Kouřimská, Ph.D., MUDr. Eva Kudlová, CSc., prof. MUDr. Marie Kunešová, CSc., MUDr. Halina Matějová, doc. Ing. Aleš Rajchl, Ph.D., Ing. Olga Stiková, MUDr. Darja Štundlová.

Odpovědný redaktor:

Mgr. Hana Masaříková

Foto: autoři, pixabay.com,  
shutterstock.com

Informace pro autory a požadavky na kvalitu jejich článků jsou uvedeny na webových stránkách Společnosti pro výživu.

Inzerce:

Ing. Kamila Toušková, 605 222 382,  
e-mail: kamila.touskova@vyzivapol.cz

Za obsah reklamního sdělení odpovídá zadavatel.

Předplatné na rok 690,- Kč,  
Cena jednotlivého čísla 115,- Kč.  
Pro řádné členy Společnosti pro výživu zdarma.

Tiskne Tiskárna Brouček s.r.o.

V prodeji rozšiřují distribuční firmy.

Předplatné zajišťuje jménem vydavatele firma SEND, Předplatné

KONTAKTY PRO PŘEDPLATITELE

Call centrum v provozu každý všední den 8.00-18.00 hodin

Telefon: 225 985 225

GSM: 777 333 370

E-mail: send@send.cz