Výživová hodnota potravín: Čo určuje skutočnú biologickú dostupnosť mikroživín?

Zverejnené: 22. júla 2026 | Autor: PharmDr. Anna Šimičeková



Klasický pohľad na výživovú hodnotu potravín sa dlhé roky opieral o kvantitatívnu analýzu – teda o to, koľko miligramov či mikrogramov daného vitamínu alebo minerálu potravina obsahuje. Pre modernú farmáciu a dietológiu je však tento prístup nepostačujúci. V humánnej výžive v prvom rade rozlišujeme medzi dvoma základnými kategóriami: makroživinami a mikroživinami. Zatiaľ čo makroživiny (bielkoviny, sacharidy a tuky) slúžia ako primárny zdroj energie a stavebných materiálov pre organizmus a prijímame ich v desiatkach až stovkách gramov, mikroživiny (vitamíny, minerálne látky a stopové prvky) energiu neposkytujú. Prijímame ich v miligramových či mikrogramových množstvách, no sú absolútne kľúčové ako kofaktory enzýmov, katalyzátory biochemických reakcií a regulátory fyziologických procesov. Skutočným determinantom ich nutričnej kvality

však nie je len ich celkový obsah v strave, ale ich biologická dostupnosť. Tá definuje podiel prehltnutej mikroživiny, ktorý sa úspešne uvoľní z potravinovej matrice, vstrebe sa v gastrointestinálnom trakte a prejde do systémovej cirkulácie, kde je pripravený na metabolické využitie alebo uloženie do zásob [1].

Z pohľadu farmaceuta je vstrebávanie mikroživín komplexným biochemickým a fyziologickým dejom. Biologickú dostupnosť môžeme rozdeliť na tri základné fázy: bioprístupnosť (uvoľnenie živiny z matrice počas trávenia), samotnú absorpciu cez črevnú sliznicu a finálne tkanivové využitie. Tento proces je ovplyvňovaný celým radom endogénnych aj exogénnych faktorov.

1. Chemická forma a valencia (oxidačný stav) mikroživín

Jedným z najvýznamnejších faktorov určujúcich mieru absorpcie je chemická štruktúra a oxidačný stav mikroživiny.

- Železo: Učebnicovým príkladom je rozdiel medzi hémovým železom (nachádzajúcim sa v živočíšnych produktoch) a nehémovým železom (v rastlinnej strave). Hémové železo je absorbované ako celá metaloporfyrínová molekula prostredníctvom špecifických receptorov, pričom jeho biologická dostupnosť dosahuje 15 až 35 %. Naopak, nehémové železo sa vyskytuje prevažne v trojmocnej forme (Fe^{3+}), ktorá je pri neutrálnom pH čreva nerozpustná. Aby sa mohlo vstrebať cez transportér dvojmocných kovov 1 (DMT-1), musí byť najprv zredukované na dvojmocnú formu (Fe^{2+}). Jeho absorpcia preto dramaticky kolíše medzi 2 až 20 % v závislosti od prítomnosti iných zložiek stravy [1].
- Vitamíny: Podobné princípy platia aj pri organických molekulách. Napríklad metylfolát (5-MTHF) vykazuje významne vyššiu biologickú dostupnosť a stabilitu než syntetická kyselina listová, ktorá musí pred vstupom do metabolických dráh prejsť enzymatickou redukciou a metyláciou v pečeni [3]. Pri vitamíne D sa zasa potvrdzuje, že kalcifediol [25(OH)D] je pre ľudský organizmus biologicky prístupnejší a rýchlejšie zvyšuje plazmatické hladiny než cholekalciferol (vitamín D3) [2].

2. Potravinová matrica a interakcie zložiek stravy

Jedlo nekonzumujeme vo forme izolovaných chemických látok, ale ako komplexné systémy. Potravinová matrica (fyzikálna a chemická štruktúra jedla) môže mikroživiny doslova uväzniť. Napríklad karotenoidy a iné lipofilné vitamíny (A, D, E, K) sú často pevne viazané na proteínové komplexy v bunkových štruktúrach rastlín (chloroplasty a chromoplasty). Ich uvoľnenie vyžaduje narušenie týchto štruktúr a prítomnosť tukov (stačí 3 až 5 gramov na porciu), ktoré stimulujú sekréciu žlčových kyselín a umožňujú tvorbu zmiešaných miciel nevyhnutných pre enterálnu absorpciu [7].

Inhibítory absorpcie (antinutričné látky)

Rastlinná strava obsahuje prirodzené obranné mechanizmy, ktoré výrazne znižujú bioprístupnosť minerálnych látok:

1. Kyselina fytová (fytáty): Nachádza sa v obilninách a strukovinách. Vytvára silné, nerozpustné cheláty s polyvalentnými katiónmi, najmä so zinkom (Zn^{2+}), železom (Fe^{2+}/Fe^{3+}), vápnikom (Ca^{2+}) a horčíkom (Mg^{2+}), čím úplne blokuje ich pasívny aj aktívny transport [6].
2. Kyselina oxalová (oxaláty): Prítomná v špenáte, rebarbore či kakau, selektívne potláča absorpciu vápnika a horčíka tvorbou nerozpustných kryštálov [7].
3. Polyfenoly a triesloviny: Látky obsiahnuté v čaji, káve a červenom víne interferujú s absorpciou nehémového železa viazaním na jeho koordinačné miesta [1].

Promótory absorpcie (zosilňovače)

Na druhej strane, určité zložky stravy pôsobia synergicky:

- Kyselina askorbová (vitamín C): Je najsilnejším známym promótorom absorpcie nehémového železa. Pôsobí ako redukčné činidlo (redukuje Fe^{3+} na rozpustnejšie Fe^{2+}) a zároveň tvorí stabilný rozpustný chelát, ktorý chráni železo pred precipitáciou a pred naviazaním na fytáty [3].
- Organické kyseliny: Kyselina citrónová, jablčná či mliečna znižujú pH v lúmene čreva, čo zvyšuje disociáciu a rozpustnosť minerálnych solí [8].
- Prírodné alkaloidy: Piperín (extrakt z čierneho korenia) dokáže zvýšiť biologickú dostupnosť niektorých mikroživín a bioaktívnych látok (napr. kurkumínu alebo koenzýmu Q10) o 30 až 2000 % prostredníctvom regulácie aktivity črevných enzýmov a modifikácie permeability enterocytov [5].

3. Vplyv kulinárskeho a technologického spracovania

Spracovanie potravín zásadne mení fyzikálno-chemický profil mikroživín. Tepelná úprava (varenie, pečenie, mikrovlnný ohrev) narúša rigidné rastlinné celulózové steny, denaturuje proteínové komplexy viažuce vitamíny a v dôsledku toho zvyšuje bioprístupnosť napríklad lykopénu či β-karoténu. Pri mikrovlnnom ohreve navyše dochádza k inaktivácii oxidačných enzýmov (napr. askorbátoxidázy), čo môže pomôcť stabilizovať citlivé vitamíny, ako je vitamín C [2].

Zároveň však platí, že hydrofilné vitamíny (vitamíny skupiny B a vitamín C) vykazujú vysokú termolabilitu a náchylnosť na vylúhovanie do vriacej vody [3].

Z hľadiska minerálnych látok sú technologické postupy ako **fermentácia (kvasenie), klíčenie a namáčanie** mimoriadne prínosné. Aktivujú totiž endogénny enzým *fytázu*, ktorý hydrolyzuje kyselinu fytovú, rozbíja väzby s minerálmi a radikálne tak zvyšuje biologickú dostupnosť železa, zinku a horčíka [6].

4. Endogénne faktory na strane hostiteľa

Biologická dostupnosť nie je konštantná veličina; mení sa v závislosti od aktuálneho fyziologického a zdravotného stavu jedinca.

- Homeostatická regulácia a nutričný status: Ľudské telo disponuje sofistikovanými spätnoväzbovými mechanizmami. Ak má organizmus kritický nedostatok určitej živiny (napríklad železa alebo vápnika), zvyšuje expresiu transportných proteínov a receptorov v čreve, čím zvýši efektivitu absorpcie. Naopak, pri saturácii zásob miera absorpcie klesá [8].
- Zdravie gastrointestinálneho traktu: Absorpčná kapacita priamo závisí od acidity žalúdka a integrity črevnej sliznice. Hypochlórhydria alebo achlórhydria (častá u starších ľudí alebo pacientov dlhodobo užívajúcich inhibítory protónovej pumpy) dramaticky znižuje absorpciu vitamínu B12, vápnika a železa, keďže nízke pH je nevyhnutné na ich uvoľnenie z proteínových väzieb. Chronické zápalové ochorenia čriev (Crohnova choroba, celiakia) vedú k atrofii klkov a malabsorpcii [4].
- Črevný mikrobióm: Moderný výskum ukazuje, že intestinálna mikrobiota zohráva kľúčovú úlohu v „črevno-minerálnej osi“. Zdravá mikroflóra produkuje mastné kyseliny s krátkym reťazcom, ktoré okysľujú prostredie hrubého čreva, čím umožňujú dodatočnú solubilizáciu a absorpciu minerálov (najmä vápnika a horčíka). Bakteriálne kmene navyše dokážu samy syntetizovať niektoré mikroživiny, napríklad vitamín K_2 a vitamíny skupiny B [4].

5. Galenické formy a farmaceutická technológia

V kontexte poradenstva v lekárni je dôležité rozlišovať medzi mikroživinami prijatými v strave a mikroživinami vo výživových doplnkoch a humánnych liekoch. Aby bola dosiahnutá optimálna biologická dostupnosť, farmaceutická technológia využíva moderné aplikačné formy a systémy:

- Chelátové väzby (organické soli): Minerály viazané na aminokyseliny (napr. bisglycinát horečnatý alebo zinočnatý) sú v porovnaní s anorganickými oxidmi či uhličitanmi absorbované omnoho efektívnejšie. Využívajú alternatívne transportné cesty pre peptidy, nekonkurujú iným minerálom o rovnaké transportéry a vykazujú vyššiu stabilitu voči fytátom [5].
- Lipozomálne a nano-emulzné systémy: Enkapsulácia hydrofilných aj lipofilných vitamínov do lipidových dvojvrstiev (lipozómov) chráni citlivé molekuly pred agresívnym kyslým prostredím žalúdka a enzymatickou degradáciou. Lipozómy prechádzajú cez črevnú stenu procesom endocytózy alebo priamou fúziou s membránami enterocytov, čím obchádzajú limitované saturovateľné transportné systémy a výrazne zvyšujú plazmatickú koncentráciu danej mikroživiny [2].

Záver a odporúčania pre lekárenskú prax

Pre farmaceuta vyplýva z poznania mechanizmov biologickej dostupnosti mikroživín jasná úloha: edukovať pacienta o správnom manažmente užívania stravy a suplementov. Znalosť toho, že káva znižuje absorpciu železa, že vápnik konkuruje horčíku na transportných prenášačoch, alebo že vitamíny A, D, E, K vyžadujú na svoje správne využitie v organizme tukovú zložku stravy, predstavuje kľúčový pilier personalizovanej starostlivosti o zdravie.

Zoznam použitej literatúry

[1] SHKEMBI, B. and PYRZYNSKA, K. Micronutrient bioavailability: concepts, influencing factors, and strategies for improvement. *Frontiers in Nutrition*. 2025, vol. 12, art. no. 1646750. ISSN 2296-861X.

[2] AL-MUSAWI, S. et al. Stability, bioaccessibility and bioavailability of vitamins in different encapsulation systems: A comprehensive review. *Food Chemistry*. 2025, vol. 462, pp. 140-155. ISSN 0308-8146.

[3] GONZÁLEZ-SÁNCHEZ, M. et al. Bioavailability of vitamins C, B2 and B9 (Folate) in nutrition and human health. *Journal of Nutritional Biochemistry*. 2025, vol. 135, pp. 11-23. ISSN 0955-2863.

[4] RAMAKRISHNAN, L. Gut microbiome–micronutrient interaction: The key to controlling the biological availability of minerals and vitamins. *Journal of Clinical Gastroenterology*. 2022, vol. 56, no. 3, pp. 211-224. ISSN 0192-0790.

[5] KUMAR, A., SHARMA, V. and JAIN, R. Vitamins and Minerals: Nanotech Solutions for Enhanced Bioavailability. In: *Nanotechnology in Functional Foods and Nutraceuticals*. Singapore: Springer, 2025, pp. 115-138. ISBN 978-981-96-5471-0.

[6] BECHOFF, A. and DHUIQUE-MAYER, C. Factors influencing micronutrient bioavailability in biofortified crops. *Global Food Security*. 2016, vol. 11, pp. 45-52. ISSN 2211-9124.

[7] PLAZA-ALMANZA, J. et al. Bioavailability of Micronutrients From Nutrient-Dense Whole Foods and the Role of Food Matrix. *Frontiers in Sustainable Food Systems*. 2020, vol. 4, art. no. 141. ISSN 2571-581X.

[8] GIBSON, R. S. Framework for Developing Prediction Equations for Estimating the Bioavailability of Minerals in Human Diets. *Journal of Nutrition*. 2024, vol. 154, no. 2, pp. 312-325. ISSN 0022-3166.