

- CARPIO A., RODRÍGUEZ-ESTÉVEZ V., SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ M., ARCE L., VALCÁRCCEL M. (2010): Differentiation of organic goat's milk based on its hippuric acid content as determined by capillary electrophoresis. *Electrophoresis*, 31, s. 2211 - 2217.
- CLARE D. A. and SWAISGOOD H. E. (2000): Bioactive Milk Peptides: A Prospectus. *Journal of Dairy Science*, 83, s. 1187-1195.
- DONKOR O. N., HENRIKSSON A., SINGH T. K., VASILJEVIC T., SHAH N. P. (2007): ACE-inhibitory activity of probiotic yoghurt. *International Dairy Journal*, 17, s. 1321-1331.
- GONZALEZ-GONZALEZ C. R., TUOHY K. M., JAUREGI P. (2011): Production of angiotensin-I-converting enzyme (ACE) inhibitory activity in milk fermented with probiotic strains: Effects of calcium, pH and peptides on the ACE-inhibitory activity. *International Dairy Journal*, 21, s. 615-622.
- GONZALEZ-GONZALEZ C., GIBSON T., JAUREGI P. (2013): Novel probiotic-fermented milk with angiotensin I-converting enzyme inhibitory peptides produced by *Bifidobacterium bifidum* MF 20/5. *International Journal of Food Microbiology*, 167, s. 131-137
- KILPI E. E. - R., KAHALA M. M., STEELE J. L., PIHLANTO A. M., JOUTSJO-KI V. V. (2007): Angiotensin I-converting enzyme inhibitory activity in milk fermented by wild-type and peptidase-deletion derivatives of *Lactobacillus helveticus* CNRZ32. *International Dairy Journal*, 17, s. 976-984.
- LÍZALOVÁ M., BÁR L., DRÁB V. (2013): Tvorba ACE inhibitorů různými kmeny bakterií mléčného kvašení. *Mlékařské listy-Zpravodaj* 141, s. XVIII-XX.
- PIHLANTO A., VIRTANEN T., KORHONEN H. (2010): Angiotensin I converting enzyme (ACE) inhibitory activity and hypertensive effect of fermented milk. *International Dairy Journal*, 20, s. 3-10.
- SIEBER R., BÜTIKOFER U., EGGER CH., PORTMANN R., WALTHER B., WECHSLER D. (2010): ACE-inhibitory activity and ACE-inhibiting peptides in different cheese varieties. *Dairy Science Technology*, 90, s. 47-73.
- WU J., ALUKO R. E., MUIR A.D. (2002): Improved method for direct high-performance liquid chromatography assay of angiotensin-converting enzyme-catalyzed reactions. *Journal of Chromatography A*, 950, s. 125-130.

Přijato do tisku: 4. 11. 2014

Lektorováno: 18. 11. 2014

NUTRIČNÉ ASPEKTY VITAMÍNU D V KONTEXTE MLIKA A MLIČNÝCH VÝROBKOV

**MVDr. Hodulová Lucia*, Prof. MVDr. Vorlová Lenka, Ph.D.,
Mgr. Kostrhounová Romana, Ph.D**

1 Ústav hygieny a technológie mléka,

Fakulta veterinární hygieny a ekologie,

Veterinární a farmaceutická univerzita Brno

*e-mail: hoduloval@vfu.cz, tel: 541 502 729

Nutritional aspects of vitamin D in context of milk and milk products

Súhrn

Problematika vitamínu D je i po zavedení fortifikácie vybraných potravín hlavne v severných krajinách neustále diskutovanou otázkou v celosvetovom meradle. Stredná Európa patrí medzi krajiny s nedostatočnou koncentráciou sérového hydroxyvitamínu D, ktorý je doporučeným indikátorom zásobenia organizmu vitamínom D. Potravinové zdroje vitamínu D sú veľmi obmedzené a zahŕňajú hlavne potraviny živočíšneho pôvodu. Národná legislatíva ČR (Vyhláška č. 225/2008 Sb.) uvádza dpo-

ručený denný príjem vitamínu D 5 µg (200 IU). Medzi najvýznamnejšie živočíšne komodity sa zaraďujú ryby a vnútornosti, kde sa koncentrácie vitamínu D pohybujú v hodnotách od 18 µg/kg v rybej svalovine do 1 200 µg/kg u rybej pečene. Mlieko a mliečne výrobky sú uvádzané ako dobrý zdroj lipofilných vitamínov i napriek nízkym koncentráciám vitamínu D, ktorý je obsiahnutý v mlieku v hodnotách len 0,1 - 1,0 µg/kg.

Kľúčové slová: vitamín D, mlieko, mliečne výrobky, fortifikácia

Abstract

The issue of vitamin D is even after the fortification of selected food, mainly in northern countries, still actual worldwide topic. The middle Europe belongs to the countries with low level of serum 25-hydroxyvitamin D, which is the recommended standard for vitamin D status assessment. Food sources for vitamin D are limited and most of them include food of animal origin. National legislation of the Czech Republic (Decree No. 225/2008 Coll.) declares recommended daily intake of vitamin D 5 µg (200 IU). The most important sources of vitamin D are fish and offal, where the concentration ranged from 18 µg/kg in fish meat to 1 200 µg/kg in fish liver. Milk and milk products are considered as a good source of lipophilic vitamins in spite of low concentrations of vitamin D, which is present in the milk of just 0.1 to 1.0 µg / kg.

Keywords: vitamin D, milk, milk products, fortification

Úvod

Príznaky krivice u detí boli prvýkrát popísané už v roku 1645 a súvislosť s nedostatkom slnečného žiarenia (vitamínu D) preukázaná Sniadeckim takmer o 180 rokov neskôr, v roku 1822. Na princípy terapie, ktoré pozostávali z príjmu živočíšnych tukov a expozície slnečnému žiareniu o vlnových dĺžkach 230 až 313 nm alebo ožarovaniu ortuťovou lampou sa prišlo až na začiatku 20. storočia. V tomto období vykazovalo viac než 90 % detí symptómy deformácie kostí. Posilňujúcou intervenciou v roku 1920 bolo ožarovanie kvasníc UV žiarením. Po týchto opatreniach sa incidencia malnutrií znížila a začalo sa s fortifikáciou mlieka ergosterolom, ktoré sa následne ošetrilo UV žiarením alebo sa priamo fortifikovalo vitamínom D v hodnotách 100 IU. Voľba fortifikácie sa ukázala ako veľmi efektívna k eradikácii krivice v USA a Európe (Holick a Chen, 2008; Rogonski a kol. 2002). Obohacovanie vitamínom D sa tak stalo veľmi populárnou prevenciou a vitamín D sa začal pridávať v USA i do pudingov, hot dogov a dokonca i do piva. O 30 rokov neskôr, ale nastal opačný problém. U dospeljej populácie vo Veľkej Británii sa začala vyskytovať hyperkalcémia. Príčina nebola dodnes presne objasnená, ale pripisovala se obohacovaniu mlieka vitamínom D. Dôsledkom bol zakáz fortifikácie mlieka a mliečnych produktov jak vo Veľkej Británii, tak v ostatných európskych krajinách. V súčasnos-

ti sa vitamínom D v Európe fortifikujú poväčšine cereálie a margaríny. Severné krajiny - Fínsko a Švédsko, začalo fortifikovať mlieko v roku 1990, fortifikácia vitamínom D v ostatných európskych krajinách nie je zatiaľ odporúčaná ani povinná (Holick 2010). Vo svete sa povinne fortifikuje mlieko a mliečne výrobky v Kanade, dobrovoľne v USA a v Spojených arabských emirátoch. Odporúčaným riešením kompenzácie nedostatku vitamínu D v Európe sú prevažne potravinové doplnky.

Charakteristika, význam a metabolizmus vitamínu D

V kontexte organických biokatalyzátorov, ako sú vitamíny, je najčastejšia a najzávažnejšia insuficiencia (resp. deficiencia) zaznamenávaná u lipofilného vitamínu, vitamínu D, ktorý má najvýstižnejší prívlastok "slniečny vitamín". Krivica (rachitis) u detí a ostomalácia u dospelých sú najzávažnejšie ochorenia spojované s nedostatkom vitamínu D ako primárnym prekursorom aktívneho hormónu kalcitriolu. Vitamín D je skupina približne tridsiatich steroidných zlúčenín, ktoré po metabolizácii plnia funkciu hormónov. Medzi najvýznamnejšie patria vitamíny D₂ (ergokalciferol) a D₃ (cholecalciferol). Vitamín D₂ sa z chemického hľadiska od vitamínu D₃ líši len konfiguráciou, jednou dvojitou väzbou a jednou metylovou skupinou v postrannom reťazci. Vitamíny D₂ a D₃ majú v podstate rovnaké biologické účinky, ale vitamín D₂ vykazuje tretinovú aktivitu vitamínu D₃. K fortifikáciu potravín, hlavne mlieka, sa najčastejšie využíva vitamín D₂, z dôvodu nenáročnej prípravy z ergosterolu (Voet a Voetová, 1990, Roginski a kol., 2002). Možnosť syntézy vitamínu D₂ sú schopné len huby, kvasinky a rastliny, ktoré sú nimi kontaminované. V ich bunečných stenách sa nachádza ergosterol - prekursor vitamínu D₂. Táto forma vitamínu D₂ je všeobecné vnímaná ako rastlinná, i keď v bunečných stenách vyšších rastlín sa ergosterol nevyskytuje (Jäpelt a Jakobsen, 2013). Vitamín D₃ sa tvorí pôsobením UV žiarenia na jeho prekursor, 7-dehydrocholesterolu, v bunkách pokožky. V organizme stavovcov sú obe formy vitamínu samy o sebe neaktívnymi biomolekulami. Vlastnosti hormónov získavajú až metabolickými premenami. Po prijímaní potravou sa vitamín D pasívne absorbuje cez stenu tenkého čreva vo forme micel za spolupôsobenia žlčových kyselín do krvného obehu. Účinnosť absorpcie sa pohybuje okolo 50 %. Z krvného obehu najskôr prechádza do pečene, kde vzniká 25-hydroxykalciferol (25-(OH)D), ktorý sa považuje za limitujúci pre zásobenie organizmu vitamínom D a putuje následne do obličiek, kde vzniká konečný produkt - hormón kalcitriol (1,25-(OH)₂D). Hormón kalcitriol zohráva najvýznamnejšiu a fyziologicky najdôležitejšiu funkciu v udržovaní homeostázy vápnika a fosfóru v extracelulárnej tekutine posobením na špecifické bunečné receptory a je potrebný pri diferenciácii epitelových buniek a buniek imunitného systému. Hlavnými miestami účinku kalcitriolu sú bunky tenkého čreva (enterocyty) a kostné tkanivo, ktoré je dôležitým rezervoárom vápniku. V enterocytoch stimuluje

absorpciu vápnika a fosforu. V kostiach, v prípade narušenia homeostázy, podnecuje mobilizáciu vápnika a fosforu k udržaniu fyziologických koncentrácií. Dôležitým prvkom regulácie Ca²⁺ sú i receptory vitamínu D, ktorých množstvo v tkanivách je závislé na fyziologickom stave jedinca (Liesegang, 2007).

Príznaky nedostatku a nadbytku

Znížený dietárny príjem alebo znížená syntéza vitamínu D vedie k hypokalcémii organizmu, následnej nedostatočnej mineralizácii kostí u detí a resorpcii vápnika u dospelých. Nízka koncentrácia sérového 25-(OH)D je spojovaná so stúpajúcim rizikom malignít zahrňujúcich, rakovinu prsníkov, hrubého čreva, pľúc, ovárií, pankreasu, prostaty a lymfatických uzlín. Presný mechanizmus pôsobenia aktívneho vitamínu D pri redukcii rizika nie je doposiaľ presne objasnený. Významnú úlohu zohráva hlavne metabolit 25-(OH)D, ktorý je v bunkách metabolizovaný na 25-(OH)₂D. Tento produkt značne znižuje proliferáciu zhubných rakovinových buniek a inhibuje ich dozrievanie (Krickler a Armstrong, 2006; Holick, 2014).

Na rozdiel od hydrofilných vitamínov, lipofilný vitamín D sa v organizme ukladá hlavne v tukovom tkanive. Hypervitaminóza vitamínu D je možno definovať ako nadlimitnú absorpciu vápnika z tenkého čreva so zvýšenou resorpciou z kostí a s doprovdným poklesom parathyroidného hormónu, glomerulárnej filtrácie a dočasným narušením homeostázy vápnika. Následkom hypervitaminózy je nepatričná kalcifikácia parenchymatóznych orgánov, najčastejšie ľadvín, poškodenie skeletu, centrálnej nervovej sústavy a kardiovaskulárneho systému. "Otrava" vitamínom D môže spôsobiť až demineralizáciu kostí. Pri veľmi vysokých hodnotách sérového 25-(OH)D, vyšších než 400 ng/ml nastáva intoxikácia organizmu. Intoxikácia vitamínom D je u ľudí veľmi vzácna a spojená s expozíciou veľmi vysokými dávkami vitamínu D až 10 000 IU (250 µg) po dobu 6 mesiacov, čo nie je reálne.

Oproti tomu cholecalciferol syntetizovaný pokožkou je veľmi fotolabilný. Z toho dôvodu nebola nikdy zaznamenaná hypervitaminóza z nadmerného ožarovania. Pigmentácia pokožky u domorodej populácie stúpa smerom k rovníku. Táto skutočnosť viedla k hypotéze zachytávania nadbytočného slnečného žiarenia viac pigmentovanou pokožkou a tým zaistenie ochrany organizmu pred otravou vitamínom D (Roginski a kol., 2002).

Možnosti analýzy

Pri analýze vitamínu D je najdôležitejším krokom extrakcia z potravinovej matrice. Najčastejšie používanou extrakčnou metódou je saponifikácia, ktorou sa docielia uvoľnenie vitamínu do vybraných organických rozpúšťadiel. Nevyhnutným krokom, kôli nízkym koncentráciám v mlieku, je zakoncentrovanie a odtučnenie extraktu pomocou semipreparatívnej metódy HPLC alebo SPE koloniiek. Ako analytická koncovka sa používa najčastejšie

RP-HPLC alebo UHPLC v spojení UV detekciou. V súčasnej dobe je UV detekcia veľmi často nahradzovaná hmotnostnou spektrometriou z dôvodu jej vysokej citlivosti.

Aktuálna situácia fortifikácie vitamínu D vo svete

Zásobovanie organizmu vitamínom D sa podľa sérovej koncentrácie 25-(OH)D definuje ako deficiencia (stav vysokého nedostatku), pokiaľ je sérová koncentrácia nižšia než 10 ng/ml a insuficiencia (stav mierneho nedostatku) sa udáva medzi 10 - 20 ng/ml. V roku 2012 bolo odborníkmi stanovené optimum sérovej koncentrácie 25-(OH)D, ktorá sa má pohybovať od 30 do 50 ng/mL (75 - 125 nmol/L).

V Škandinávii je priemerný denný príjem vitamínu D 200 - 400 IU (5 - 10 µg). Táto hodnota je dvojnásobná oproti ostatným európskym krajinám. Veľmi nízka koncentrácia sérového 25-(OH)D bola zistená u populácie predovšetkým na strednom východe - Turecko, Libanon, Jordánsko a Irán. Výraznejší nedostatok vitamínu D v týchto oblastiach má súvislosť s tradičnými zvykmi obliekania, čo je v súlade so skutočnosťou, že hladina sérového 25(OH)D pozitívne koreluje s expozíciou slnečného žiarenia a negatívne so zemepisnou šírkou. Podľa rôznych štúdií je prevalencia nedostatku vitamínu D vyššia v južnej Európe než v Škandinávii, i keď veľkým problémom pri porovnávaní sú interlaboratorne merania, pretože sa využívajú rozdielne extrakčné a analytické metódy (Lips 2008).

Kanada rieši problematiku saturácie populácie vitamínom D systémovo. Kanadský úrad pre kontrolu potravín (Canadian Food Inspection Agency) zaviedol povinnú fortifikáciu mlieka a vybraných mliečnych produktov v rozmedzí 35,2 - 46,9 IU/100 ml (0,88 µg - 1,17 µg/100 ml). Pri primeranom dennom príjme, ktorý činí 852 ml, je organizmus saturovaný 300 - 400 IU (7,5 - 10 µg). Dodržovanie vyššie uvedenej legislatívy, ktorá je v platnosti desaťročia, viedlo k výraznému poklesu ochorení spojených s nedostatkom vitamínu D (Faulkner a kol., 2000).

Monitoringom prebiehajúcim v Slovenskej Republike sa zistila insuficiencia u 26 % mužov a 30 % žien, deficitom trpí 29 % mužov a 36 % žien (Krivošíková Z., Gajdoš M.).

Faktory ovplyvňujúce saturáciu organizmu vitamínom D

Hlavnými faktormi nedostatočnej koncentrácie sérového 25-hydroxy vitamínu D je znížená expozícia slnečnému žiareniu súvisiaca hlavne s ročným obdobím, zemepisnou šírkou, dĺžkou slnenia, používania ochranných odevov alebo opaľovacích krémov s ochranným faktorom vyšším než 15. Intenzita slnečného žiarenia na rôznych miestach planéty sa významne mení v priebehu roka vplyvom veľkosti uhla dopadu slnečných lúčov (Holick, 2008). Nad a pod zemepisnou šírkou približne 40° severne a 40° južne sa počas 3 - 4 mesiacov vitamín D nemôže syntetizovať takmer vôbec z dôvodu čiastočnej až úplnej absencie slnečného svitu. Toto obdobie sa predlžuje v najsevernej-

ších a najjužnejších oblastiach Zeme až na dobu šiestich mesiacov (Roginski a kol., 2002). V našich zemepisných šírkach (48° s.š. - 50° s.š.) je v zime vplyvom ostrého uhla zenitu intenzita slnečného žiarenia nižšia. (Holick, 2008).

U ľudí s tmavou pokožkou, s vysokým obsahom melanínu, ktorý vo vysokom množstve absorbuje UV žiarenie, nastáva redukcia syntézy vitamínu D₃ v korelácii so zvýšeným obsahom melanínu v pokožke (Lips, 2007). Podobne je to i pri používaní opaľovacích krémov s ochranným faktorom 15, ktorý absorbuje 99 % UVB žiarenia a z toho dôvodu sa zníži syntéza v pokožke až o 99 %. Taktiež Afričania žijúci v severných oblastiach Ameriky majú zníženú produkciu vitamínu D₃ na rozdiel od Afričanov žijúcich v rovníkovej oblasti, kde je efektívnejší prienik fotónov UV žiarenia. V Austrálii bola zaznamenaná zvýšená incidencia rakoviny kože, preto sa obyvateľstvo začalo strániť priamemu slnečnému žiareniu, čo viedlo k markantnému nárastu deficitu vitamínu D (Holick, 2008). Ďalším faktorom sú jedálenské zvyky, napr. v severných krajinách je bežnejšia konzumácia trešče pečene a vitamínových doplnkov než v ostatných častiach Európy (Lips, 2007). U dospeljej populácie nad 65 rokov je produkcia vitamínu D znížená štyrikrát v porovnaní s obyvateľstvom vo veku 20 - 30 rokov. Tento stav môže byť zapríčinený zhrubnutím pokožky u starších ľudí, kedy je syntéza vitamínu D menej efektívna.

Nedostatok vitamínu D je spojovaný i s obezitou. Vitamín D má vyššiu afinitu k tukovému tkanivu a z toho dôvodu nie je prístupný pre celkový metabolizmus (Chander, 2012). Presný mechanizmus, ktorý je výsledkom nižšej koncentrácie 25-(OH)D pri vyššom obsahu tuku v orgnizme, nie je úplne objasnený (Looker, 2007).

V neposlednom rade môže byť znížená koncentrácia 25-(OH)D zapríčinená rôznymi malabsorpčnými syndromami, pri ktorých je poškodený epitel tenkého čreva, napr. u celiatikov, u ľudí trpiacich Chrohnovou chorobou. V týchto prípadoch je odporúčaný zvýšený pobyt na slnku alebo intravenózna aplikácia vitamínu D (Roginski a kol., 2002).

Potravinové zdroje vitamínu D

Dnešný životný štýl vedie stále viac k nedostatočnej expozícii slnečnému žiareniu, preto sa stáva významnejší dietárny príjem vitamínu D (Schmid a Walter, 2013). Avšak len niekoľko potravinových komodít živočíšneho pôvodu je cenným prírodným zdrojom vitamínu D. V nefortifikovaných potravinách sa vyskytuje hlavne vitamín D₃ spoločne s jeho metabolitom 25-hydroxycholecalciferolom. V mliečnych produktoch sa prirodzene vyskytuje i vitamín D₂ a jeho metabolit 25-hydroxyergocalciferol, avšak ich koncentrácia a aktivita v porovnaní s vitamínom D₃ je cca päťkrát nižšia (Schmid a Walter, 2013).

Hoci je tradované, že mlieko je dobrým zdrojom vitamínu D pravdou je, že kravské mlieko prispieva k doporučenej dennej dávke pri konzumácii 1 litru mlieka denne len 1 - 10 % (Trenerry, 2011; Kasalová, 2015). U fortifikovaného mlieka je koncentrácia vitamínu D 7 - 9krát vyššia (Kanada 7,05 µg/kg, USA 9,9 µg/kg). Koncentrácia

Tab. 1 Koncentrácia vitamínu D ($\mu\text{g}/\text{kg}$) v mlieku

Mlieko ($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
Kravske	Materske	Kozie	Ovcie	Kobyliie
0,3 - 0,8	0,1 - 0,4	0,6	1,8	3,2

(Zdroj: Schmid 2013; Park a Haenlein, 2013)

Tab. 2 Koncentrácia vitamínu D ($\mu\text{g}/\text{kg}$) v netradičných mliekach prežívavcov

Netradičné mlieka prežívavcov ($\mu\text{g}/\text{kg}$)			
Ťava dvojhrbá	Ťava jednohrbá	Jak Maiwa	Jak Gannan
17,0	3,0	1,5	39,5

(Zdroj: Park, 2013)

vitamínu vo vybraných mliečnych produktoch je uvedená v tab. č.1. Variabilita hodnôt je spôsobená predovšetkým odlišným obsahom tuku, výrobnými technológiami a rôznymi extrakčnými a analytickými postupmi stanovenia vitamínu D. Najvyššia variabilita koncentrácie je medzi druhmi jakov a tiav, ktorú vidno v tab. č. 2. Tieto hodnoty môžu byť spôsobené takmer permanentným pobytom na slnku a nižšou produkciou mlieka.

Nezanedbateľný vplyv na obsah vitamínu D v mlieku má hlavne zloženie kŕmnej dávky, ročné obdobie, typ chovu (konvenčný alebo ekologický), pričom rozhodujúci je pobyt na pastve počas slnečných dní. Intravenózna alebo intramuskulárna aplikácia vitamínu D významne nezvyšuje obsah vitamínu v mlieku. Pri suplementácii krmiva by sa muselo denne použiť až 100 μg - 1 000 μg (Schmid a Walther, 2013). Literatúra neudáva koncentráciu vitamínu D v kolostre, ktoré ma vyššie nutričné hodnoty a vyšší obsah biomolekul a napr. 10krát vyšší obsah vitamínu A než zralé mlieko. Zaujímavosťou je mlieko ťavy dvojhrbej, ktoré je veľmi dobrým zdrojom vitamínu D. Pre prekročenie doporučenej dennej dávky (5 μg) o 60 % stačia len dva poháre. Prepustené maslo (ghee) sa považuje za významný zdroj lipofilných vitamínov, v 100 g sa nachádza až 8 μg vitamínu D. Na základe týchto hodnôt podľa Codex Alimentarius pre označovanie potravín môže mať prepustené maslo na etikete označenie - vysoký obsah vitamínu A a D (FAO, 2013). Nezanedbateľným zdrojom vitamínu D pre kojcencov sú náhrady materského mlieka. Štandardom Codex Alimentarius a Nariadením 124/2006 ES bolo stanovené rozmedzie pre obsah vitamínu D v počiatočnej výžive na 40 - 100 IU a u pokračujúcej kojeneckej výživy sa horná hranica zvyšuje na 120 IU / 100 kcal (Park a Haenlein, 2013).

Záver

Deficiencia vitamínu D sa stala celosvetovým problémom a preto je problematika fortifikácie potravín veľmi diskutovaná. Mlieko a mliečne produkty obsahujú veľmi nízke koncentrácie vitamínu, preto je vhodné k dodržiavaniu doporučenej dennej dávky zvýšiť príjem ostatných živočíšnych produktov a pobyt na slnku. To platí pre všetky vekové skupiny obyvateľstva. Do popredia záujmu spotrebiteľa sa dostávajú potravinové doplnky z ešte nezralého mlieka - kolostra, ktoré se vyznačuje niekedy až

Tab. 3 Koncentrácia vitamínu D ($\mu\text{g}/\text{kg}$) vo vybraných mliečnych produktoch

Mliečne výrobky ($\mu\text{g}/\text{kg}$)				
Smotana	Maslo	Jogurt	Tvaroh	Syr
3,7 - 10,8	5,9 - 14,1	0,4 - 6,0	2,0 - 7,5	2,0 - 18,1

(Zdroj: Park, 2007; Schmid, 2013)

10krát vyššími koncentraciami vybraných biomolekul než je tomu u zralého mlieka, avšak informácie konkrétne o vitamíne D nie sú v súčasnosti dostupné.

Dedikácia:

Práca vznikla za finančnej podpory NAZV KUS QJ 1230044, IGA VFU Brno 25/2014/FVHE

Použitá literatúra

- FAO (2013): *Milk and Dairy products in human nutrition (on line)*. Staženo 23.9.2014. Dostupné z: <http://www.fao.org/docrep/018/i3396e/i3396e.pdf>.
- FAULKNER, H. ET AL. (2000): A survey of vitamin D contents of fortified fluid milk in Ontario. *Journal of dairy sciences*, 83, s. 1210-1216.
- HOLICK M.F. (2014): Cancer, Sunlight and Vitamin D. *Journal of Clinical & Translational Endocrinology*, accepted manuscript.
- HOLICK, M.F. (2010): The vitamin D deficiency pandemic: a forgotten hormone important for health. *Public health reviews*, 32, s. 267-283.
- HOLICK, M.F., CHEN, T.C. (2008): Vitamin D deficiency: a worldwide problem with health consequences. *The american journal of food chemistry*, 87, s. 1080-1086.
- CHANDER ET AL. (2012): Bioavailability of Vitamin D in Obesity: An Overview. In Bridges in Life Sciences 7th Annual Conference & RECOOP HST Association 2nd General Assembly. Budapest, 9.3.-1.4.
- JÄPELT R.B., JAKOBSEN J. (2013): Vitamin D in plants: a review of occurrence, analysis, and biosynthesis. *Frontiers in plant science*, 4, s. 1-20.
- KASALOVÁ, E. ET AL. (2015): Recent trends in the analysis of vitamin D metabolites in milk - A review. *Food Chemistry*, 1, s. 177-190.
- KRICKER A., ARMSTORNG B. (2006): Does sunlight have a beneficial influence on certain cancers? *Progress in Biophysics and Molecular Biology*, 92, s. 132-139.
- KRIVOŠIKOVÁ Z., GAJDOŠ M. (2012): Vitamin D status in Slovak population. In Bridges in Life Sciences 7th Annual Conference & RECOOP HST Association 2nd General Assembly. Budapest; 9.3.-1.4.
- LAM N.N., ET AL. (2014): Vitamin D receptor overexpression in osteoblasts and osteocytes prevents bone loss during vitamin D-deficiency. *J Steroid Biochem & Mol Biol*. 144, s. 128-131.
- LIESEGANG A., RINER K., BOOS A. (2007): Effects of gestation on vitamin D receptor amounts in goats and sheeps. *Domestic Animal Endocrinology*. 33, s. 190-202.
- LIPS, P. (2008): Vitamin D and nutrition in Europe and Asia;. *Am J Clin Nutr*. 103: s. 620-625.
- LOOKER A.C. (2007): Do body fat and exercise modulate vitamin D status? *Nutr Rev*, 65, s. 124-126.
- PARK Y.W. ET AL. (2007): Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Rum Res*; 68, s. 88-113.
- PARK Y.W., HAENLEIN H.F.W. (2013): *Milk and Dairy Products in Human Nutrition: Production: Production Composition and Health*. West Sussex, Wiley- Blackwell & Sons, 728 s. ISBN: 978-0-470-67418-5
- PLUDOWSKI, P. ET AL. (2014): Vitamin D status in central Europe. *Int J of Endocrinology*, s. 1-12.
- ROGINSKI, H., FOQUAY, J., W., FOX, P. F. (2002): *Encyclopedia of Dairy Sciences*. London, Academic Press, 2485 s. ISBN: 978-0-12-227235-6
- SCHMID A., WALTHER B. (2013): Natural Vitamin D Content in Animal Products. *Advance in nutrition*, 4, s. 453-462.
- TRENERRY V.C., ET. AL. (2011): The determination of vitamin D3 in bovine milk by liquid chromatography mass spectrometry. *Food Chem*, 125, s. 1314-1319.
- VOET D., VOETOVÁ J.G. (1995): *Biochemie*. Praha, Victoria Publishing, 1325 s. ISBN 80-85605-44-9.

Prijato do tisku: 4. 11. 2014

Lektorováno: 16. 11. 2014