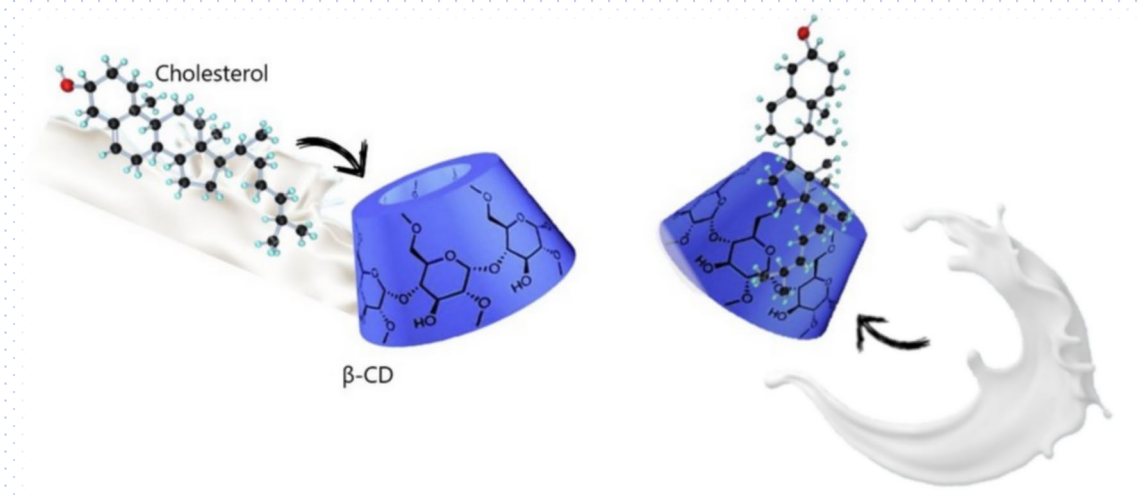


VYUŽITIE β -CYKLODEXTRÍNU PRI ODSTRAŇOVANÍ NEŽIADÚCICH ZLOŽIEK Z MIEKA



Lukáš Kolarič¹ – Peter Šimko¹
¹Ústav potravinárstva a výživy, Oddelenie potravinárskej technológie
Fakulta chemickej a potravinárskej technológie STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava
lukas.kolaric@stuba.sk

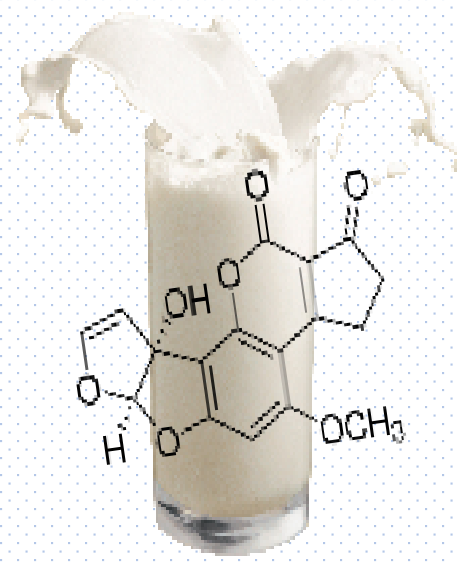


Úvod

Mlieko je vysoko výživné a obsahuje mnoho makro- a mikroživín, ktoré sú nevyhnutné pre rast a udržanie ľudského zdravia, najmä dojčiat, detí a starších dospelých (Šimko and Kolarič, 2022). Podľa správy Organizácie pre výživu a poľnohospodárstvo sa priemerná spotreba mlieka na obyvateľa vo svete pohybuje približne na 100 kg/rok. V jednotlivých krajinách sa však líši (FAO, 2017). Z pohľadu spotreby potravín na Slovensku podľa Štatistického úradu Slovenskej republiky za rok 2020 je zrejme, že spotreba mlieka a mliečnych výrobkov v hodnote mlieka bez masla bola vyššia (180,1 kg na osobu) ako spotreba mäsa (69,9 kg na osobu) a vajec (14,0 kg na osobu). Cyklohextríny (CD) sú enzymovo modifikované deriváty škrobu vyrábané priemyselne (Fenyvesi et al., 2016) v dôsledku transformácie škrobu určitými baktériami, ako je *Bacillus macerans* (Astray et al., 2009). Po chemickej stránke sú to oligosacharidy v tvare zrezaného kužeľa tvorené α -(1,4) glykozidickými väzbami glukopyranózových jednotiek (Matencio et al., 2020). Tri hlavné CD zahŕňajú α -, β - a γ -CD, pričom sa „všeobecne považujú za bezpečné“ (GRAS) na použitie ako aditíva v potravinových výrobkoch. Hlavnou ich vlastnosťou je, že ich hydrofóbná vnútorná dutina tvorí tzv. inklúzne komplexy so širokou škálou hosťujúcich molekúl, zatiaľ čo hydrofilný exteriér ovplyvňuje rozpustnosť vo vode (dos Santos et al., 2017). Cholesterol zohráva v tele dvojité (prospešnú aj negatívnu) úlohu. Jeho hlavnou funkciou je udržiavať integritu a priepustnosť bunkových membrán a slúžiť ako prekursor pre syntézu dôležitých látok v organizme, ako steroidných hormónov, žľových kyselín a vitamínu D. Vysoký príjem cholesterolu zo stravy je však často spájaný so zvýšeným rizikom vzniku kardiovaskulárnych ochorení (KVO) (Morzycki, 2014; Zampelas and Magriplis, 2019). Mlieko a mliečne výrobky tvoria heterogénnu skupinu, v rámci ktorej sa hladiny cholesterolu môžu významne líšiť a sú ovplyvňované rôznymi faktormi, napr. živočíšnym druhom (Bonczar et al., 2016). Podľa Manzia et al. (2013) bol obsah cholesterolu v kravskom mlieku stanovený v rozmedzí od 64 do 135 mg/kg. V ostatných mliečnych výrobkoch je obsah cholesterolu ešte väčší, napr. v smotane priemerne okolo 1370 mg/kg (Han et al., 2007), v syroch od 809 do 1248 mg/kg (Andrikopoulos et al., 2003), či v masle od 2043 do 3824 mg/kg (Derewiaka et al., 2011), v závislosti od obsahu tukov. Aflatoxín M₁ (AFM₁) je častou úlohou vedeckej činnosti, pretože je predmetom mnohých publikovaných článkov. Podľa celosvetového systematického prehľadu a meta-analýzy (Mollayusefian et al., 2021) bola priemerná koncentrácia AFM₁ v surovom a pasterizovanom mlieku 0,057 μ g/kg a 0,085 μ g/kg. AFM₁ je príčinou akútnych aj chronických toxikóz. Následne dlhodobé štúdie na rôznych živočíšnych druhoch potvrdili hepatotoxicitu AFM₁ a preukázali jeho karcinogénny účinok (Giovati et al., 2015). V dôsledku týchto nepriaznivých účinkov niektoré krajiny obmedzili maximálne prípustné limity AFM₁ v mlieku; limit v EÚ je 0,05 μ g/kg pre potraviny pre dospelých a 0,025 μ g/kg pre dojčenskú výživu (Commission Regulation (EC) No. 165/2010).

Cieľ práce

Cieľom našej práce bolo sledovať optimálne podmienky pre odstraňovanie cholesterolu a AFM₁ z mlieka pomocou β -CD. Okrem toho bol vypracovaný dotazník o akceptácii mliečnych výrobkov so zníženým obsahom cholesterolu.



Metodika

Odstraňovanie cholesterolu a AFM₁ z mlieka prebiehalo podľa metodiky, ktorá bola publikovaná v našich predošlých prácach (Kolarič et al., 2022; Šimko and Kolarič, 2022). Princípom je prídavok β -CD do mlieka v rôznych koncentráciách (1 – 3 %, w/w) a následné miešanie pri podmienkach 840 rpm, 25 °C, 20 min. Po miešaní sa mlieko nechalo odležať pre tvorbu inklúzneho komplexu a následne sa β -CD oddelil od mlieka centrifugáciou (130 g, 20 min). Zvyškový obsah cholesterolu a AFM₁ sa stanovil pomocou HPLC (Agilent Technologies 1260 Infinity, Santa Clara, CA, USA) s UV (pre cholesterol) resp. fluorescenčným (FLD) detektorom (pre AFM₁).

Dotazník o akceptácii mliečnych výrobkov so zníženým obsahom cholesterolu sa skladal z 8 uzatvorených (výber z možností) otázok:

1. Pohlavie
2. Vek
3. Stupeň dosiahnutého vzdelania
4. Bola Vám alebo niekomu z Vašej rodiny diagnostikovaná zvýšená hladina cholesterolu v krvi?
5. Ktorý z týchto výrobkov obsahuje podľa Vás najvyšší obsah cholesterolu?
6. Snažíte sa obmedziť príjem cholesterolu vo svojej diéte?
7. Boli by ste ochotný/á si kúpiť mliečny výrobok, kde bude deklarovaný znížený obsah cholesterolu?
8. Čo by Vás odradilo od kúpy takýchto výrobkov?

Výsledky

Na zníženie obsahu cholesterolu v mliečnych výrobkoch bolo vyvinutých niekoľko metód, ako je enzymatická konverzia, destilácia vodnou parou, superkritická extrakcia alebo adsorpcia na rôzne sorbenty. Tieto metódy sú však väčšinou neselektívne a negatívne ovplyvňujú nutričné a mechanické vlastnosti konečných výrobkov (Kolarič and Šimko, 2021). Cholesterol môže byť tiež odstránený aplikáciou β -CD, pretože tento postup je dostatočný na selektívne odstránenie cholesterolu, zatiaľ čo obsah iných výživových a chuťových zložiek nie je významne ovplyvnený (Kolarič and Šimko, 2022). V našej práci (Kolarič et al., 2022) sa potvrdila vysoká účinnosť odstraňovania cholesterolu z mlieka pomocou β -CD. Už prídavok 1 % (w/w) β -CD zapríčinil zníženie obsahu cholesterolu o 97,3 %, pričom najvyššie zníženie (o 98,1 %) sa pozorovalo pri 2 % (w/w) β -CD. Okrem toho, textúrnou analýzou sa zistilo, že odstránením cholesterolu sa nezmenila pevnosť ani konzistencia mlieka. Stanovením farebných charakteristík sa zistilo, že zvýšené koncentrácie β -CD mierne vplývali na farbu mlieka, avšak do 2 % (w/w) β -CD boli farebné rozdiely minimálne a nepozorované ľudským okom. V práci bolo tiež preukázané, že z takto opracovaného mlieka bolo možné vyrobiť tiež mliečne výrobky s rovnako významným zníženým obsahom cholesterolu (maslo – 95,6 %, čerstvý syr – 97,7 %, tvaroh – 97,9 %). Keďže veľkosť dutiny β -CD je ideálna pre veľkosť molekuly cholesterolu, tento postup je vysoko selektívny pre cholesterol a preto sú nízko-cholesterolové výrobky veľmi podobné bežným výrobkom (Zunnurain and Baig, 2017).

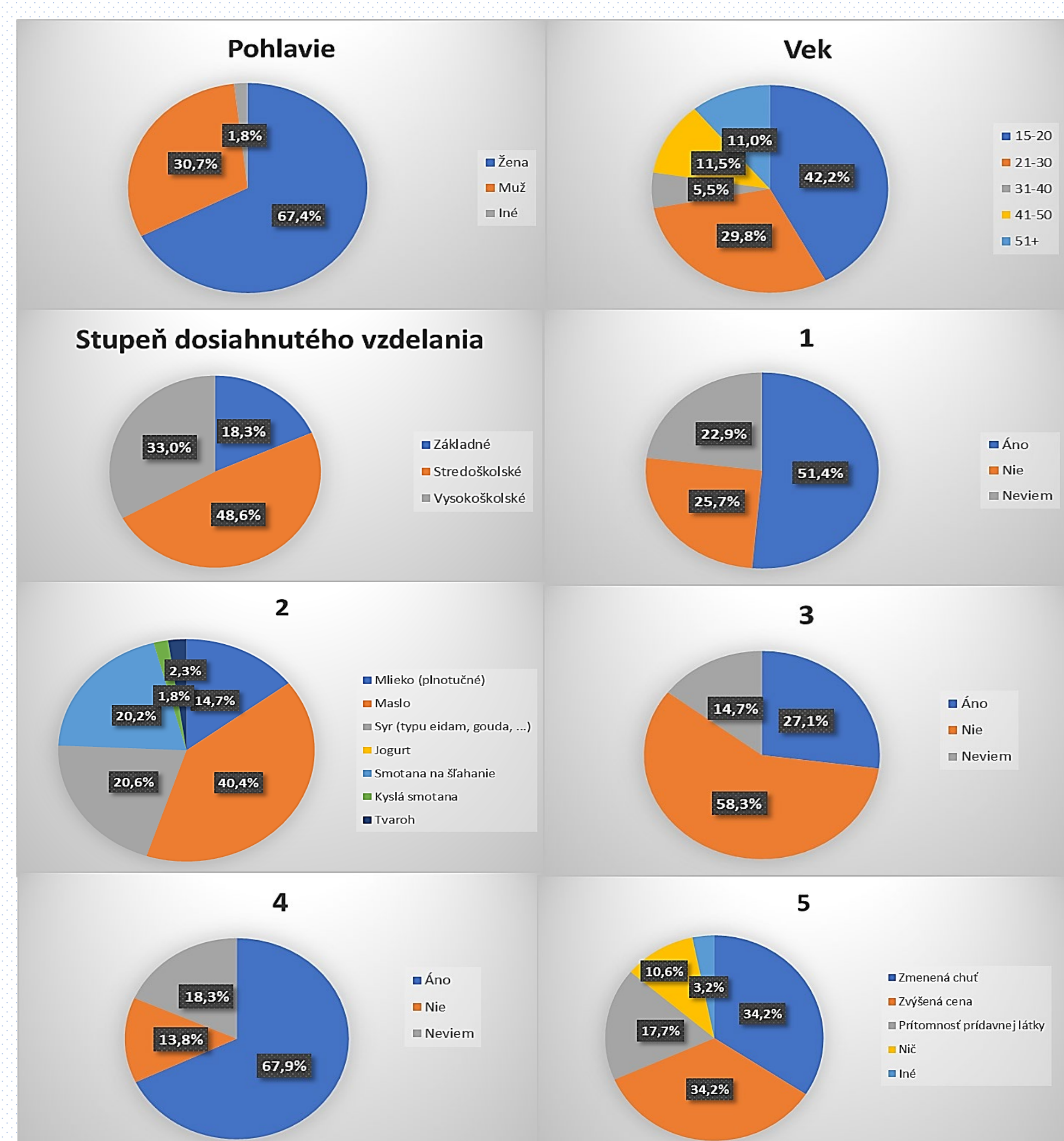
Ohľadom možnosti viazania AFM₁ do dutiny β -CD je publikovaných iba málo štúdií a tento výskum je pomerne nový. Naše výsledky preukázali (Šimko and Kolarič, 2022), že súbežne s odstraňovaním cholesterolu sa znižoval aj obsah AFM₁ v mlieku v rozsahu od 33 do 45 % s priemernou hodnotou 39,1 %. Nakoľko sa však použili optimálne podmienky pre viazanie cholesterolu do β -CD, tak po určení optimálnych podmienok (množstvo β -CD, čas a rýchlosť miešania, doba odležania, čas a rýchlosť odstredovania) pre AFM₁ je vysoký predpoklad, že percento eliminácie AFM₁ môže byť vyššie.

Záver

Cieľom tejto práce bolo poukázať na možnosť β -CD odstraňovať dve nežiaduce látky z mlieka, cholesterol a AFM₁. Výsledky preukázali, že pomocou β -CD ide odstrániť z mlieka až do 98 % cholesterolu bez zmeny jeho organoleptických a textúrnych vlastností. Okrem toho sa zistilo, že počas odstraňovania cholesterolu sa na β -CD viazal aj AFM₁. Celkové zníženie obsahu AFM₁ bolo na úrovni 40 %. Výsledky dotazníka preukázali, že u väčšiny respondentov už bola diagnostikovaná zvýšená hladina cholesterolu v krvi, zároveň však nedodržiavajú žiadnu špeciálnu diétu na jeho zníženie. Preto by konzumácia týchto mliečnych výrobkov mohla efektívne pôsobiť na znižovanie príjmu cholesterolu v populácii, bez toho, aby si to konzumenti vôbec uvedomili.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-22-0102 a APPV-18-0061.



Obr. 1 Výsledky dotazníka ohľadne akceptácie mliečnych výrobkov so zníženým obsahom cholesterolu. Pozn.: 1 – Bola Vám alebo niekomu z Vašej rodiny diagnostikovaná zvýšená hladina cholesterolu v krvi?; 2 – Ktorý z týchto výrobkov obsahuje podľa Vás najvyšší obsah cholesterolu?; 3 – Snažíte sa obmedziť príjem cholesterolu vo svojej diéte?; 4 – Boli by ste ochotný/á si kúpiť mliečny výrobok, kde bude deklarovaný znížený obsah cholesterolu?; 5 – Čo by Vás odradilo od kúpy takýchto výrobkov?