

CEREALS AS BASIS OF PREVENTING NUTRITION AGAINST OBESITY

Lenka Duchoňová, Ernest Šturdík

ABSTRACT

Still more alarming obesity studies show in fact that it is largely due to incorrect diet and lifestyle. For suitable alternative for prevention of this disease are now considered cereal foods, mainly based on increased fiber content. The importance of dietary fiber for human organism consists primarily in its protective function before civilization diseases. It has beneficial effects on digestive physiology and it is therefore an important factor in the prevention of obesity, but also other diseases. Fiber consumption in developed countries is low and it is below the lower limit of the recommended dose. Slovaks per day take only 10-12 g of fiber, which represents only 47% of the recommended dose. Recent large-scale epidemiological studies have shown that regular consumption of wholegrain cereals can reduce the risk of heart disease and certain cancers by 30 percent. One of the factors that increase the functionality of foods is the so-called indigestible resistant starch. For its the positive impact on the physiology of digestion is referred to as prebiotics new generation of dietary fiber. The increasing availability of tasty, whole grain products rich in fiber could be health benefits.

Keywords: cereal, fiber, obesity, nutrition, prevention, resistant starch

ÚVOD

Správna výživa je základným predpokladom zdravého vývoja človeka a hlavnou podmienkou prevencie a liečby najvýznamnejších ochorení, ktoré postihujú veľké skupiny obyvateľstva. Na vzniku srdcovo-cievnych a nádorových ochorení sa výživa podieľa 20-60 percentami. Dnešné stravovanie možno charakterizovať ako nevyvážené, založené na pomerne obmedzenom výbere potravín s nízkou spotrebou rastlinných potravín (Elmadfa et al., 2005; Blackburn et al., 2010).

Pre prevažnú časť ľudstva našej Zeme sú obilniny najdôležitejšou a základnou potravinou, ktorá je v prirodzenom stave zdrojom sacharidov, ale dodáva nám aj vysokohodnotné bielkoviny, vitamíny, minerálne látky i dôležitú vlákninu (Žajová a Porubská, 1997). Obilniny výrazne ovplyvňujú výživovú bilanciu svetovej populácie a čo do objemu konzumu, majú medzi ostatnými poľnohospodárskymi produktmi výsadné postavenie (Dodok, 1998). Okrem ich nutričného významu sa stále viac u nich zdôrazňuje prospešnosť pre zdravie.

Celozrnné potraviny sú dôležitým zdrojom výživných a fytoprotektívnych látok, ktoré sú len slabo zastúpené v strave Európanov. Prínosom pre verejné zdravie by mohla byť zvyšujúca sa rozmanitosť, dostupnosť chutných celozrnných výrobkov a osвета medzi ľuďmi. Zvýšená konzumácia celozrnných potravín na báze obilnín a strukovín môže chrániť proti obezite, naopak zvýšený príjem stravy z rafinovaného obilia priamo prispieva k obezite (Koh-banerjee et al., 2003; Du et al., 2009). Je dokázané, že celozrnné potraviny a strukoviny môžu pomáhať redukovat' hmotnosť alebo inak povedané značná strata hmotnosti je dosiahnuteľná schopnosťou regulovať výživu, a to tak aby bola bohatá na cereálie a strukoviny (Williams et al., 2008). Potravinová vláknina sa stala „populárnou“ na prelome 60-tych a 70-tych rokov, keď sa začal dávať do súvisu výskyt mnohých závažných ochorení s nedostatkom vlákniny v potrave. V mnohých krajinách národné stravovacie smernice odporúčajú konzumáciu potravín vyrobených z obilnín ako základ zdravej výživy a kladú dôraz na zvýšenie spotreby celozrnných potravín (Obr.1).

Výživové smernice v USA odporúčajú skonzumovať tri alebo viac celozrnných výrobkov denne. Hoci existujú



Obr.1 Potravinová pyramída zdravej výživy

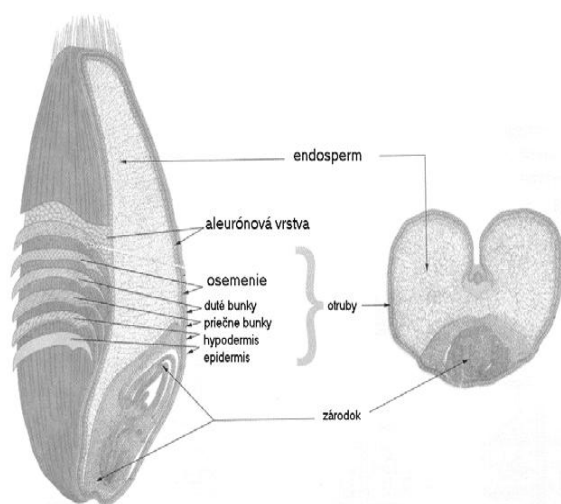
silné epidemiologické dôkazy, že konzumácia celozrnných potravín a strukovín má priaznivý vplyv na zníženie rizík mnohých chronických ochorení, predovšetkým kardiovaskulárnych a diabetu (Flight, 2006; Venn, 2004), mechanizmus pôsobenia nie je dostatočne vysvetlený. V prípade celozrnných potravín je nejasné do akej miery sú obsah vlákniny, glykemický index, zastúpenie živín alebo iných prvkov a ich vplyv na črevnú mikroflóru resp. iné parametre, hlavnými príčinami pozitívnych účinkov na zdravie (Williams et al., 2008).

CEREÁLNE POTRAVINY A RIZIKÁ CHRONICKÝCH OCHORENÍ

Celozrnné potraviny sú bohatým zdrojom vlákniny, rezistentného škrobu, bielkovín, sacharidov, vitamínov, minerálov, fytoestrogénov, antioxidantov a iných dôležitých živín. Štruktúrne sú celé zrná (Obr.2) zložené z endospermu, klíčku (germ) a obalovej časti (bran). Hlavne obalová časť obsahuje dôležité antioxidanty, železo, zinok, meď, horčík, B vitamíny, vlákninu a ďalšie fytonutrienty. Zaberá približne 14% suchej hmotnosti zrna, endosperm asi 83% a klíčok 2,5% (Anderson et al., 2000).

Počas procesu mletia alebo rafinácie (frakcionácie) sú vonkajšia vrstva a klíčok (vnútorná vrstva) oddelené od

škrobového endospermu (stredná vrstva), čo vedie u



Obr.2 Morfológické zloženie celého zrna pšenice (Wrigley et al., 2004)

tradičnej múky k strate mnohých výživných látok a vlákniny (Slavin et al., 1997). Z tohto dôvodu sú rafinované zrná obilnín a pseudoobilnín výživovo horšie ako celé zrná, pretože obsahujú menšie množstvo vlákniny, vitamínov, minerálnych látok, fenolov, fytoestrogénov a nenasýtených mastných kyselín (Jacobs et al., 1998; Willett, 1998). Je preto potrebné posúdiť dôkazy o úlohe zŕn v oblasti prevencie, manažmentu nadváhy a obezity, s cieľom zabezpečiť zdravotné účinky, ktoré sú založené na dôkazoch a dostupných výskumoch (Williams et al., 2008).

K celozrnným potravinám, ktoré sú bežne konzumované v západných krajinách patrí tmavý chlieb, celozrnné cereálie konzumované na raňajky, pražená kukurica (popkorn), ovsené vločky a hnedá ryža (Liu et al., 1999). Avšak väčšina cereálnych potravín v USA je vysokorafinovaných (Slavin, 1994). Zatiaľ čo sa predpokladá, že celozrnné potraviny chránia proti obezite, epidemiologické údaje, ktoré priamo skúmajú príjem a efekty potravín celozrnného resp. rafinovaného typu vo vzťahu k obezite, sú veľmi zriedkavé.

Niekoľko epidemiologických štúdií definovalo celozrnné potraviny ako výrobky, ktoré obsahujú $\geq 25\%$ celozrnného obsahu alebo otrúb (Liu et al., 2000; Mc Keown et al., 2002). Food and Drug Administration (FDA) v Spojených štátoch amerických vyžaduje, aby celozrnné potraviny obsahovali $> 51\%$ celozrnného obsahu alebo otrúb za účelom získania zdraviu prospešných účinkov. Skutočnosť, že štruktúra zrna a glykemický index sú zriedkavo hodnotené v epidemiologických štúdiách, robí interpretáciu príslušných získaných poznatkov vo vedeckej literatúre neúplnou (Venn, 2004).

V epidemiologickej súvislosti aj strukoviny predstavujú potravinovú skupinu, ktorá bola relatívne nedostatočne preštudovaná. Vláknina obsiahnutá v strukovinách znižuje hodnoty cholesterolu v krvi. Strukoviny sú zdrojom desiatich najnedostatkovejších minerálnych prvkov (horčík, vápnik, železo, fosfor, zinok, meď, síra, jód, selén), avšak ich využitie nebýva dostatočné kvôli väzbe na kyselinu fytovú, šťaveľovú a iné. Z vitamínov sú obsiahnuté najmä vitamíny skupiny B a sója obsahuje aj vitamíny skupiny E. V strukovinách sa nachádzajú mnohé

látky chrániace človeka pred ochoreniami. Patria medzi ne napr. izoflavóny, ktoré bránia rastu nádorových buniek. Popri týchto priaznivo pôsobiacich látkach obsahujú strukoviny aj antinutričné a prírodné toxické látky. Najmä sójové bôby obsahujú lektíny, antivitamíny, kyselinu fytovú, nestráviteľné oligosacharidy, saponíny, rastlinné estrogény, puríny, inhibítory proteáz, alergény a iné. Väčšina týchto škodlivín sa však dá eliminovať technologickou, resp. tepelnou úpravou, niektorí autori dokonca uvádzajú aj pozitívne pôsobenie niektorých z týchto látok (napr. kyseliny fytovej, rastlinných estrogénov a pod.). Najviac ponúkanými produktmi zo strukovín sú sójové výrobky, najrozšírejšími sú najmä textúrované potraviny zo sóje, nesprávne označované ako sójové mäso a sójové nápoje ako sójové mlieko. Tieto výrobky majú v porovnaní s klasickými veľa predností, napr. nižšia energetická hodnota, neprítomnosť tukov, cholesterolu. Súčasné dôkazy pre odporúčanie konzumácie strukovín k ich integrácii do zdravej výživy sa spájajú viac s obsahom ich živín (nízky obsah tuku, dobrý zdroj rozpustnej vlákniny a bielkovín), ako aj s prevenciou chronických ochorení. Ich nízke hodnoty glykemických indexov majú hlavný účinok v kontrole hmotnosti, i keď boli mnohé diskusie, že inhibítory alfa-amylázy v strukovinách môžu tiež zohrávať významnú úlohu (Duranti, 2006).

Glykemický index (GI) sa používa na určenie ako rýchle sa potraviny obsahujúce sacharidy absorbujú a strávia v organizme. Závisí od podielu sacharidov v danej potravine a od ich zložitosti (čím jednoduchší je sacharid, tým vyšší je glykemický index). Meria sa v stupnici 0-100, pričom najvyššiu hodnotu (100) má samotná glukóza. Pomaly trávené sacharidy majú nízky glykemický index, preto sa považujú za "plniace", kým sacharidy trávené rýchle majú vysoký glykemický index a považujú sa za menej zdraviu prospešné (Flint et al., 2004).

Walker (1947), Burkitt (1952), Cleave (1956) a Trowell (1972) boli priekopníci koncepcie, že vysokorafinované potraviny prispievajú k západným chorobám, vrátane koronárnych tepnových ochorení (CHD). Celozrnné potraviny sa spájajú so zníženým rizikom niekoľkých chronických ochorení vrátane CHD (Rimm et al. 1996; Liu et al., 1999; Jensen et al., 2004), diabetes (Salmeron et al., 1997; Franz et al., 2002; Murtaugh et al., 2003) a niektorých druhov rakoviny (Adlercreutz, 1990; Slavin et al., 2000). Výskumníci zistili, že strava bohatá na celozrnné jedlá znižuje LDL cholesterol, triglyceridy, krvný tlak a zvyšuje HDL cholesterol (Anderson, 2003). Zložky niektorých celých zŕn vrátane rozpustnej vlákniny, betaglukánov, alfatokotrienolu a pomeru arginín-lyzín zohrávajú dôležitú úlohu v znižovaní hladiny krvného cholesterolu. Ďalšie bioaktívne zložky cereálií majú dôležitú funkciu pri zrážaní krvi a inzulínovej senzitivite (Liese et al., 2003). Celozrnné potraviny majú nízku hodnotu glykemického indexu vzhľadom na ich obsah škrobu, veľkosť častíc, obsah prečistenia a vysoký obsah vlákniny (Liu et al., 2000). V kontraste s rafinovanými produktmi, celozrnné potraviny sú vstrebávané a trávené pomalšie, čo má za následok menšiu glukózovú odpoveď a potrebu inzulínu (Slavin, 1994).

Avšak skutočná sila celozrnných obilnín spočíva v ich potenciálnych ochranných účinkoch proti koronárnej chorobe srdca a určitým onkologickým ochoreniam. V

populačnej štúdií vykonanej na 34 000 ženách vo veku 55-69 rokov v Lowe bolo zistené, že respondentky, ktoré uviedli, že denne konzumujú aspoň jeden celozrnný pokrm, mali oveľa nižšie riziko úmrtia na koronárnu chorobu srdca, ako tie, ktoré nejedli takmer žiadne celozrnné potraviny. Ďalšie údaje ukazujú, že ženy, ktoré konzumovali celozrnné jedlo v priemere viac ako 2,7-krát denne, mali o 30 % nižšie riziko koronárnej choroby srdca ako tie, ktoré ho konzumovali iba 0,13-krát denne. Navyše pravidelná konzumácia celozrnných potravín pravdepodobne znižuje riziko mozgovej mŕtvice a cukrovky 2. typu.

Ochranné účinky celozrnných potravín sa vzťahujú aj na onkologické ochorenia, špeciálne na rakovinu hrubého čreva. Celozrnné potraviny sú bohatým zdrojom fermentovateľných sacharidov, ktoré sa črevnou mikroflórou premieňajú na nižšie mastné kyseliny. Tieto kyseliny sú schopné znížiť aktivitu určitých faktorov spôsobujúcich onkologické ochorenia. Celozrnná vláknina tiež zväčšuje objem stolice a viaže karcinogény, ktoré sa môžu z čriev urýchlene odstrániť predtým, ako začnú spôsobovať problémy.

VLÁKNINOVÁ ZLOŽKA CELOZRNNÝCH POTRAVÍN

Vláknina je skupina zložitých látok, ktoré môžu byť v zásade rozdelené na rozpustné a nerozpustné typy. Rozpustnosť vlákniny závisí na tom, do akej miery sa táto rozpúšťa vo vode alebo vytvára gél. Dobrým zdrojom rozpustnej vlákniny je ovos, jačmeň, ovocie, zelenina a strukoviny. Bohatým zdrojom nerozpustnej vlákniny je celozrnný chlieb, cereálne raňajky a pod. V roku 1998 komisia American Association of Cereal Chemists (AACC), po rozsiahlej odbornej diskusii navrhla a schválila novú definíciu vlákniny zahrňujúcu i jej priaznivé účinky: „Vlákninu potravy tvoria jedlé časti rastlín alebo analogické sacharidy, ktoré sú odolné voči tráveniu a absorpcii v ľudskom tenkom čreve a sú úplne alebo čiastočne fermentované v hrubom čreve. Počas fermentácie vznikajú rôzne produkty, hlavne mastné kyseliny s krátkym reťazcom a plyny. Práve kombinácia účinkov fermentačného procesu a vzniknutých vedľajších produktov priaznivo ovplyvňuje zdravie. Stupeň degradácie jednotlivých zložiek tvoriacich vlákninu sa mení podľa druhu prítomných polysacharidov ako je zrejme z Tab. 1.

Tab.1 Stupeň odbúrania potravinovej vlákniny v hrubom čreve ľudí (FAO/WHO, 1997)

Potravinová vláknina	Stupeň odbúrania v %
Celulóza	20 - 80
Hemicelulózy	60 - 90
Pektíny	100
Guarová guma	100
Pšeničné otruby	50
Rezistentný škrob	50
Inulín, oligosacharidy	100, ak nie sú v nadbytku

Vláknina obsahuje neškrobové polysacharidy (celulózu, hemicelulózu, rastlinné gumy, pektíny), oligosacharidy (inulín), lignín a ďalšie rastlinné zložky (vosky). Zahŕňa aj jeden druh nestráviteľného škrobu, ktorý je označovaný ako rezistentný (nachádza sa v celozrnných múkach, šrotoch, v niektorých raňajkových cereáliách a v strukovinách). Rezistentný škrob (RS) je jednou z novšie objavených substancií, ktoré zvyšujú funkčnosť potravín. Pojem *rezistentný škrob* zaviedli **Englyst et al. (1992)**, ktorí ho definujú ako škrob a jeho degradačné produkty, ktoré zdravý človek nie je schopný absorbovať v tenkom čreve. Nestrávené prechádzajú do hrubého čreva, kde podliehajú fermentácii črevnou mikroflórou, pričom vznikajú nasýtené monokarboxylové kyseliny s krátkym reťazcom – butyrát, propionát a acetát. Práve tieto kyseliny sú zodpovedné za zdraviu prospešné účinky. Existujú štyri typy rezistentného škrobu:

- **RS₁** je fyzicky nedostupný pre degradáciu amylolytickými enzýmami tráviaceho traktu (napr. nahrubo pomleté semená)
- **RS₂** má primárnu štruktúru a konformáciu, ktoré spôsobujú jeho prirodzenú odolnosť voči degradácii (surový zemiak alebo odrody plodín s vysokým obsahom amylozy).
- **RS₃** vzniká pri bežnej úprave potravín varením, pečením alebo mrazením.
- **RS₄** je chemicky modifikovaný škrob (priechnymi väzbami alebo esterifikáciou).

Mechanizmus benefičného účinku RS na zdravie človeka (najmä na fyziológiu trávenia a kardiovaskulárne choroby) bol objasnený na základe mnohých klinických štúdií aj pokusov in vitro a in vivo na zvieracích modeloch alebo tkanivových kultúrach (**Jenkins et al., 1999 a 2000; Björck et al., 2000**). Rezistentný škrob sa kvôli jeho priaznivým účinkom na fyziológiu trávenia zaraďuje ako prebiotikum medzi novú generáciu diétnej vlákniny (**Anison et al., 1994; Baghurst et al., 1996**).

Pektíny, rastlinné slizy a gumy sa takmer úplne odbúravajú, kým celulóza len čiastočne.

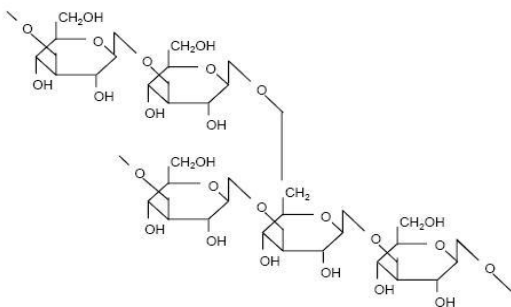
Vláknina (jej nerozpustné aj rozpustné typy, v závislosti od zrna) sa dlho považovala za hlavnú zdraviuprospešnú zložku celozrnných výrobkov. V súčasnosti stúpa množstvo dôkazov o zdravotnom prínose ďalších zložiek obsiahnutých v zrne. Ide o vitamín E, vitamíny skupiny B, viacero minerálnych látok ako je železo, horčík, zinok, selén a niektoré ďalšie ochranné fytochemikálie. Bohaté množstvo nutričov a zdraviuprospešných látok pôsobí synergicky a má pravdepodobne väčší prínos pre zdravie, ako by sa dalo dosiahnuť sčítaním individuálnych účinkov jednotlivých zložiek.

Vláknina môže regulovať telesnú hmotnosť vďaka svojim nasledovným účinkom:

- upravuje motilitu čriev,
- pôsobí proti obezite,
- navodzuje rovnováhu mikrobiálnej flóry,
- znižuje hladinu cholesterolu v krvi
- reguluje zažívanie,
- urýchľuje prechod trávenej potravy,

Významnou zložkou potravinovej vlákniny sú β -D-glukány. Ide o lineárne, vo vode čiastočne rozpustné polysacharidy. Tvoria ich glukózové jednotky (**Johansson et al., 2004**) pospájané beta-(1→3) a beta-(1→4) glykozidovými väzbami (**Beer et al., 1995; Rimsten et**

al., 2003). V obilninách predstavujú β -D-glukány hlavnú zložku bunkovej steny (Virkki et al., 2005). Spomedzi všetkých obilných zŕn, jačmeň a ovos obsahujú najvyššie množstvá β -glukánov, ktoré tvoria 3-11 % (jačmeň) a 3-7 % (ovos) sušiny. β -glukány sú obvyčajne koncentrované vo vnútorných aleurónových bunkových stenách a subaleurónových bunkových stenách endospermu jačmeňa, ovsu a pšenice. (Trogh et al., 2004; Demirbas, 2005; Virkki et al., 2005). Základná chemická štruktúra β -D-glukánov je na Obr.3.



Obr.3 Molekulárny vzorec β -D-glukánov

β -D-glukány majú široké pole pôsobnosti v ľudskom i živočíšnom organizme. Predovšetkým sú veľmi účinnými aktivátormi imunitných procesov (Yun et al., 2003). Okrem toho sa zistilo, že obilninové β -D-glukány pomáhajú redukovat' hladiny celkového a LDL cholesterolu v krvi (Davidson et al., 1991; Kerckhoffs et al., 2003), čím znižujú riziko vzniku srdcovo-cievnych chorôb (Keogh et al., 2003). Fyzikálne a fyziologické vlastnosti cereálnych β -D-glukánov sú nutrične a komerčne významné (Mällki et al., 2001). Stúpajúci záujem o cereálne β -D-glukány v priebehu posledných dvoch desaťročí je spôsobený ich prijatím ako funkčných, bioaktívnych zložiek (Cui et al., 2000).

Cereálne β -D-glukány sa používajú na vývoj nízkokalorických jedál ale majú tiež vplyv na sensorickú kvalitu nápojov (Lyly et al., 2003). Je jasné, že poznatky o β -D-glukánoch v cereálnych zrnách môžu byť užitočné pre konzumentov, čo je dobrá príležitosť pre vedcov a šľachtiteľov vyvíjať nové kultivary obohatené o β -D-glukány.

FYZIOLOGICKÉ ÚČINKY VLÁKNINY

Význam potravinovej vlákniny pre ľudský organizmus spočíva predovšetkým v jej ochranej funkcii pred civilizačnými chorobami. Podľa literárnych údajov je konzumácia vlákniny vo vyspelých krajinách nízka, pohybuje sa pod dolnou hranicou doporučenej dávky. Optimálny denný príjem vlákniny by sa mal u dospelého človeka pohybovať v rozmedzí 20 až 35 g (Marlet et al., 2002). Muži vo veku do 50 rokov by mali prijímať 38 g, dospelé ženy 25 g vlákniny (Slavin, 2003). Podľa odporúčaní lekárov by sa mal príjem vlákniny zvýšiť najmä konzumáciou strukovín, ovocia, zeleniny, obilnín a celozrnných výrobkov, ďalej orechov, semien a pod. Na Slovensku pretrvávajú nízka spotreba ovocia, zeleniny a strukovín, ako aj celozrnných pekárskech výrobkov (v porovnaní s odporúčanými dávkami potravín – ODP), čo má za následok nízky príjem potravinovej vlákniny. Zníženie spotreby obilnín môže byť zapríčinené väčšou

spotrebou polotovarov. Zvýšila sa spotreba orechov, poklesla však spotreba maku, ktorý je zároveň dobrým zdrojom vápnika (Kováčiková et al., 2007).

Prídavok vlákniny do potravinových výrobkov má veľký význam, najmä z hľadiska zníženia ich energetickej hodnoty (Stauffer, 2001).

Mnohé štúdie potvrdili priaznivý vplyv vlákniny na zdravie človeka, najmä na fyziológiu trávenia. Okrem priaznivého preventívneho čreva a konečníka, chronický zápal hrubého čreva, ochorenia žľaz, má vláknina veľký význam v prevencii vzniku tzv. civilizačných chorôb (Champ et al., 2003).

Vláknina, najmä nerozpustná, bráni vzniku zápchy, pretože zväčšuje objem stolice a skracuje prechod potravy tráviacim systémom. Tieto účinky sa zvyšujú, ak sa zároveň s príjmom vlákniny zvyšuje aj príjem vody (Marlet et al., 2002).

Mastné kyseliny, ktoré vznikajú fermentáciou vlákniny v hrubom čreve, predstavujú významný zdroj energie pre bunky hrubého čreva a môžu zároveň inhibovať rast rakovinových buniek čriev. Úpravou funkcie čriev znižuje vláknina i nebezpečenstvo vzniku niektorých zdravotných ťažkostí, napr. hemoroidov (Swinburn et al., 2004; Slavin, 2005).

Rozpustná vláknina môže spomaľovať trávenie a absorpciu sacharidov, a tak znižovať vzostup hladiny glukózy v krvi po požití potravy bohatej na sacharidy. Osoby postihnuté cukrovkou tak môžu lepšie ovplyvňovať svoju hladinu glukózy v krvi (Champ et al., 2003). Výsledky epidemiologických štúdií poukázali aj na význam vlákniny pri prevencii srdcovocievnych ochorení, pretože priaznivo ovplyvňuje profil krvných lipidov. Túto skutočnosť potvrdili klinické skúšky. Viskózna vláknina (pektín), alebo ovsené či ryžové otruby, znižujú hladinu celkového sérového cholesterolu i lipoproteínu s nízkou hustotou (LDL) v krvi. Vplyv potravinovej vlákniny na hladinu cholesterolu v krvi sa naďalej intenzívne študuje. Výsledky doterajších štúdií potvrdili priaznivý vplyv niektorých látok potravinovej vlákniny na hladinu cholesterolu, ale nepreukázali výrazný vplyv. Ide najmä o pektín (ovocie a zelenina), vlákninu strukovín a ovsených produktov. Aj naďalej pokračujú výskumné práce, ktoré majú overiť, či strava s vysokým podielom zmesi rôznych druhov vlákniny má ochranný vplyv proti srdcovocievny ochoreniam (Vries, 2003; Djousse et al., 2007).

Nedostatok vlákniny prispieva k rozvoju mnohých chorôb vrátane dvanástnikových vredov, žlčových kameňov, cukrovky, artritídy, rakoviny hrubého čreva a hromadenia nadbytočných tukových zásob v organizme. Dôležité je, že cereálne produkty poskytujú 20-50% vlákniny v rozpustnej alebo viskóznej forme (Chen et al., 1986). Vláknina môže tiež ovplyvniť črevnú sekréciu hormónov vrátane cholecystokinínu, ktorý môže pôsobiť ako faktor presýtenosti alebo môže zmeniť glukózovú homeostázu.

FERMENTOVANÉ CEREÁLIE

Cereálne zrná predstavujú významný zdroj dietetických živín (bielkovín, sacharidov, vitamínov, minerálnych látok a vlákniny) pre ľudí na celom svete. Nutričná kvalita cereálií a sensorické vlastnosti ich produktov sú niekedy horšie alebo zlé v porovnaní s mliekom a mliečnymi výrobkami. Dôvodom je nižší obsah bielkovín, nedostatok niektorých esenciálnych aminokyselín (lyzín), nízka

dosupnosť škrobu, prítomnosť tanínov, polyfenolov, kyseliny fytovej (Chavan et al., 1989; Blandino et al., 2003). Preto boli použité mnohé metódy s cieľom zlepšenia nutričnej kvality cereálií. Medzi ne patrí zlepšenie v oblasti aminokyselinového zloženia doplnením o proteínovo bohaté zdroje. Okrem toho bolo uvedených do praxe aj niekoľko výrobných technológií na prípravu cereálnych potravín, ktoré zahŕňajú varenie, klíčenie, mletie a kvasenie (fermentáciu), s cieľom zlepšiť nutričné vlastnosti cereálií. Z nich pravdepodobne najstaršia a najlepšia je fermentácia, proces závislý na biologickej aktivite mikroorganizmov za vzniku mnohých metabolitov, ktoré potláčajú rast a zvyšok nežiaducej mikroflóry v potravinách (Mattila-Sandholm, 1998; Ross et al., 2002).

Fermentácia je vhodná stratégia na znižovanie bakteriálnej infekcie potravinových matric i jedál. Táto metóda by mohla pomôcť znížiť prevalenciu hnačkových ochorení (Mensah, 1990). Je to lacná a najekonomickejšia technika výroby a uchovávaní jedál (Egounlety, 2002). Fermentované potraviny a nápoje sú definované ako tie produkty, ktoré sú výsledkom účinku mikroorganizmov alebo enzýmov prispievajúcich k žiaducej príčine biochemických a mikrobiologických zmien (Blandino et al., 2003).

Všeobecne možno povedať, že fermentáciou cereálií dochádza k zníženiu hladiny nízkomolekulových sacharidov aj niektorých nestráviteľných oligo- a polysacharidov. Kvasenie ďalej zabezpečuje optimálne pH pre enzymatickú degradáciu kyseliny fytovej, ktorá sa vyskytuje v cereáliách vo forme komplexov s polyvalentnými kationmi, ako sú železo, zinok, vápnik, horčík. Redukcia kyseliny fytovej môže zvýšiť množstvo rozpustného železa, zinku a vápnika (Chavan et al., 1989; Nout et al., 1997; Blandino et al., 2003).

Fermentácia vedie k zlepšeniu trvanlivosti, textúry, chuti a arómy výsledného produktu. Počas fermentácie cereálií sa tvorí niekoľko prechavých a iných zlúčenín (kyselina maslová, kyselina jantárová, kyselina mravčia, kyselina mliečna, kyselina pyrohroznová, etanol, acetaldehyd, propiónaldehyd, acetón), ktoré prispievajú k žiadanej zmene chuti vo výrobku (Chavan et al., 1989).

Bežné baktérie, ktoré sa používajú na fermentáciu sú rody *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Micrococcus*, *Bacillus*. Kvasinky rodu *Saccharomyces* spôsobujú alkoholové kvasenie. Huby rodov *Paecilomyces*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Penicillium* a *Trichothecium* sú najčastejšie nachádzané v niektorých kvasených potravinárskych produktoch (Steinkraus, 1998). Typ mikrobiálnej flóry vyvinutý v každej fermentovanej potravine závisí od vodnej aktivity, pH, soli, koncentrácie, teploty a zloženia potravinovej matrice. Mnohé z fermentovaných produktov, ktoré sú bežné v západnom i východnom svete, sú závislé na baktériách produkujúcich kyselinu mliečnu (LAB), ktoré sprostredkovávajú kvasenie (Conway, 1996). Tradične fermentované potraviny pripravené z najbežnejších druhov obilnín (napr. ryža, pšenica, kukurica a cirok), sú veľmi dobre známe v mnohých častiach sveta (Campbell-Platt, 1994). Niektoré sú zužitkované ako farbivá, koreniny, nápoje, ľahké mäsité jedlá, pričom mnohé z nich sa používajú ako hlavné jedlá pri diéte (Blandino et al., 2003).

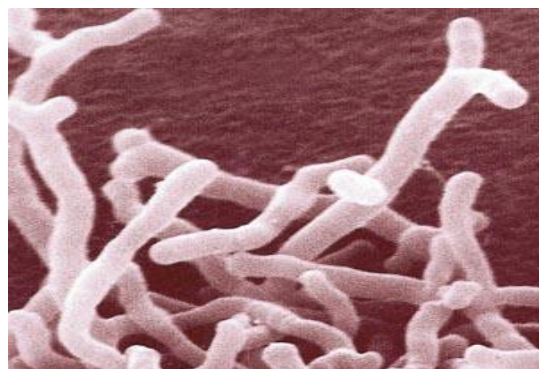
Fermentácia cereálií kyselinou mliečnou je dlhodobou zavedená metóda a používa sa v Ázii a Afrike na produkciu potravín v rôznych formách ako sú nápoje a kaše. Kyselina mliečna prispieva k bezpečnosti, nutričnej hodnote, trvanlivosti a prijateľnosti širokého spektra cereálnych produktov (Oyewole, 1997). Baktérie typické produkciou kyseliny mliečnej majú niekoľko priaznivých fyziologických účinkov ako sú antimikrobiálna aktivita, zvyšovanie imunity, prevencia rakoviny a znižovanie hladiny cholesterolu (Kaur, 2002). *Lactobacillus sp.* hrá dôležitú úlohu vo väčšine fermentovaných cereálií.

CEREÁLNE PROBIOTICKÉ POTRAVINY

Pojem probiotický sa vzťahuje na výrobok obsahujúci mono alebo zmiešané kultúry živých mikroorganizmov, ktoré po požití zlepšia zdravotný stav, a / alebo pozitívne ovplyvnia organizmus zmenou jeho mikrobiálnej rovnováhy (Salovaara, 2000). Väčšina probiotických kmeňov je izolovaná z ľudského čreva a patrí do skupiny mliečnych baktérií, z ktorých rôzne druhy rodu *Lactobacillus* a *Bifidobacterium* sú najdôležitejšie (Obr.4, 5).



Obr.4 *Lactobacillus casei*



Obr. 5 *Bifidobacterium species*

Existujú cereálnofermentované potraviny, ktoré sú považované za probiotické výrobky (Wood, 1997). Napríklad Yosa je potravina vyrobená z pudingu pripraveného z ovsených otrúb, ich varením vo vode a kvasením s mliečnymi baktériami a bifidobaktériami. Po kvasení je dochutená sacharózou alebo fruktózou a ovocným džemom (Salminen et al., 1998; Blandino et al., 2003). Konzumuje sa vo Fínsku a ostatných škandinávskych krajinách. Má textúru a chuť podobnú jogurtu, ale nie je vyrobená len z mlieka alebo iných produktov živočíšneho pôvodu (Toufeili et al., 1997). Má

nízky obsah tuku, neobsahuje laktózu, ale je bohatá na β -glukány, ktoré sú vhodné pre vegetariánov. Yosa je zdravá, pretože obsahuje ovsennú vlákninu a probiotické baktérie, ktoré môžu udržiavať a zlepšovať prostredie črevnej mikrobióty spotrebiteľa (**Toufeili et al., 1997; Blandino et al., 2003**). Ovsenná vláknina je tiež dobrým zdrojom β -glukánov, ktoré znižujú hladinu cholesterolu v krvi spotrebiteľov, čo zase môže znížiť riziko ochorenia srdca. Napriek konvenčným potravinám a nápojom z veľkej časti vyrobených z obilnín v krajinách západného sveta (chlieb, pečivo, cestoviny a pivo), existuje široká škála ďalších produktov po celom svete, ktoré ešte nezískali takú pozornosť, ktorú si zaslúžia. Tieto sú často fermentované a majú lepšie nutričné vlastnosti v porovnaní s použitým surovým cereálnym materiálom. Flóra zodpovedná za fermentáciu je v mnohých prípadoch autochtónna a zahŕňa kmene mliečnych baktérií, kvasinky a plesne. Fermentačné postupy zabezpečené probiotickými kultúrami vedú k vývoju nových potravín so zlepšeným zdravotným účinkom, čo je trend, ktorý bude pokračovať i v budúcnosti (**Blandino et al., 2003**).

STRATÉGIA KONZUMÁCIE CEREÁLNYCH POTRAVÍN V PREVENCIÍ OBEZITY

Zvýšenie konzumácie cereálnych potravín by mohla byť stratégia, ktorej cieľom je znížiť príjem tukov a zvýšiť spotrebu nestráviteľných sacharidov, čoho výsledkom je strava s nižšou energetickou hustotou. Stratégia, ktorej cieľom je zvýšiť konzumáciu cereálií vedúcu k zníženiu obezity, je účinná iba ak je sprevádzaná výživovým vzdelávacím programom. Potreba vzdelávania musí byť kombinovaná s inými stratégiami určenými na liečbu obezity (**Rosado et al., 2008**). Súčasná štúdia ukázali, že zvýšenie konzumácie cereálií u detí bolo účinné (znižovala sa telesná hmotnosť a telesný tuk) len v prípade, keď bol zahrnutý do tejto liečby výživový a zdravotný program. Jedna alebo dve porcie cereálií denne zahrnuté v strave bez výživového programu nespôsobili žiadne významné zmeny v telesnej hmotnosti ani v znížení telesného tuku v porovnaní s kontrolnou skupinou. **Kirk et al. (2000)** zistili významné zníženie hmotnosti o 2 kg u 29 dospelých, keď nahradili 1 jedlo za jednu porciu cereálií každý deň počas 4 týždňov. **Rodearmel et al. (2006)** skúmali zvýšenie konzumácie cereálií (2 dávky/deň v 13-týždňovej štúdii) v prevencii obezity a zistili významné rozdiely v telesnom tuku a v BMI medzi exponovanými a kontrolnými skupinami detí.

Tieto štúdie sa zhodujú s ostatnými vo fakte, že zvýšenie konzumácie cereálnych potravín ako zdroja sacharidov je účinná stratégia k chudnutiu u obéznych detí, ale **Rosado et al. (2008)** naznačujú, že iba v prípade, keď sa podávanie cereálií kombinuje spolu s edukačným výživovým programom.

Príjem cereálnych potravín spolu s výživovým programom potvrdil výrazné straty telesnej hmotnosti, zníženie telesného tuku a triglyceridov v plazme a zvýšenie hustoty lipoproteínov (**Rosado et al., 2008**). Význam výučbových programov v liečbe obezity je známy niekoľko rokov, ale len nedávno bolo navrhnuté, že vzdelávanie vo výžive by malo byť súčasťou akejkoľvek úspešnej stratégie, ktorej cieľom je znížiť obezitu u detí (**Epstein et al., 2001; Kain et al., 2004; Deckelbaum et al., 2001**), dospievajúcich (**Dietz et al., 2001; Stettler,**

2002) a dospelých (**Crawford et al., 2004; Mc Crory et al., 2004**). Výživový program sa tak ukázal byť efektívny v zlepšení výživového stavu jednotlivca u rôznych skupín, ktorých ohrozuje obezita.

SPRÁVNA VOĽBA CEREÁLNYCH POTRAVÍN

Chutnosť, prínos pre zdravie, dostupnosť a cena sú typické kritériá, ktorými sa riadia európski konzumenti pri výbere potravín. Produkty na báze obilnín zohrávajú aj dôležitú kultúrnu úlohu v rôznych častiach Európy. Hoci chutnosť a prospešnosť zdraviu sa často považovali za protiklady, dnes si už konzumenti môžu vybrať z veľkého množstva chutných a zároveň zdravých výrobkov. Vláknina zvyšuje objem prijímanej potravy bez zvyšovania energetickej hodnoty, čo môže priaznivo ovplyvňovať pocit nasýtenia a pomáhať pri znižovaní telesnej hmotnosti. Na získanie všetkých uvedených výhod je potrebné striedať zdroje vlákniny v potrave. Strava využívajúca ovocie, zeleninu, strukoviny a celozrnné obilniny obsahuje nielen dostatok vlákniny, ale i mnoho ďalších živín a zložiek nevyhnutných na zabezpečenie dobrého zdravotného stavu (**Lupton et al., 2003**). Cereálne výrobky sa radia medzi potraviny s vysokým stupňom inovácie, omnoho vyšším než v ktoromkoľvek inom potravinárskom odvetví. Vývoj nových výrobkov reflektuje požiadavky spotrebiteľov, ale v súčasnej dobe predovšetkým názory výživárov, lekárov a snaží sa tak prispievať k riešeniu zdravotných problémov populácie. Na druhej strane sa ale zvyšuje záujem o výrobky „luxusné“, energeticky bohaté (napr. rôzne dezerty a torty s vysokým obsahom tuku i cukru), bio či organické výrobky. Medzi týmito trendami sa v súčasnej dobe presadzuje predovšetkým výroba širokého sortimentu celozrnných potravín a hotových múčnych zmesí a premixov. Celozrnným výrobkom sa konečne dostáva zaslúženého uznania. Príkladom bola spolupráca európskych vedcov na novom projekte HEALTHGRAIN, financovanom Európskou komisiou v rámci Šiesteho rámcového programu. Cieľom tohto projektu bolo zlepšiť a posilniť nutričnú hodnotu a zdravotný prínos cereálií a zvýšiť použitie celých zŕn v moderných potravinách. Projekt HEALTHGRAIN sa začal v roku 2005. Zaoberal sa požiadavkami konzumentov, senzorkou kvalitou bioaktívnych cereálnych potravín a vyvíjal nové technológie, ktoré umožnia produkciu potravín s obsahom zdravie podporujúcich prvkov ako je vláknina, oligosacharidy a fytochemikálie - fytoestrogény (lignany), polyfenoly a antioxidanty.

Úlohou projektu bolo poukázať aj na pozitívny vplyv týchto zložiek na zdravie, špeciálne na hladinu krvného cukru a inzulínový metabolizmus. Rozbehnutý bol tiež komplexný program zameraný na komunikáciu o zdravotnom prínose celých zŕn medzi európskym potravinárskym priemyslom a odborníkmi v zdravotníctve. Vedci budú podporovať šírenie informácií o zdravotných účinkoch hlavne v UK, Švédsku a USA, kde je dôležité, aby ľudia vedeli o význame celozrnných produktov pri prevencii srdcových ochorení a niektorých druhov rakoviny.

Fyziologický efekt celých zŕn a ich úloha v zlepšovaní zdravia sú vysvetlené stále len čiastočne. Štúdie v Európe za posledných desať rokov pomôžu identifikovať dôležité

procesy a biologické mechanizmy prebiehajúce v pozadí sledovaných zdravotných prínosov (Venn et al., 2004).

ZÁVER

Zvýšená konzumácia cereálií a strukovín môže byť ukazovateľom zdravého životného štýlu a prevencie pred obezitou. Zámerom tohto článku bolo zosumarizovať poznatky o cereálnych potravinách vo vzťahu k prevencii obezity. Vlákna sa dlho považuje za hlavnú zdraviu prospešnú zložku celozrnných výrobkov.

V súčasnosti stúpa množstvo dôkazov o zdravotnom prínose ďalších zložiek v zrne. Celozrnná výživa je spojená s klesaním BMI (body mass index), znižovaním obvodu pásu a rizikom nadváhy. Celozrnné potraviny a strukoviny pomáhajú redukovať hmotnosť. Výskumné programy, ktoré by priamo skúmali vzťah príjmu obilnín k obezite, sú pomerne zriedkavé. (Friedrich, 2006).

Vedomosti o vzťahu medzi obilninami a obezitou sú stále nekompletné a na nedávnom Whole Grain and Health summite v Minnesote sa odporúčalo, že je potrebný ďalší výskum orientovaný na:

- (1) súvislosť medzi celozrnnými potravinami a zdravotnou starostlivosťou,
- (2) vývoj inovatívnych výrobkov,
- (3) efektívna komunikácia so zákazníkmi o celozrnných potravinách.

Pod'akovanie

Touto cestou ďakujeme agentúram VEGA, číslo: 1/0845/08, GAAV, číslo: 4/0013/07 a APVV- 0310-06 za financovanie našich projektov.

LITERATÚRA

ADLERCREUTZ, H. 1990. Western diet and western diseases; some hormonal and biochemical mechanisms and associations. In *Scandinavian Journal of Clinical and Laboratory Investigation*, vol. 201, 1990, p. 3–23.

ANDERSON, J. W., HANNA, T. J., PENG, X., KRYSICIO, R. J. 2000. Whole grain foods and heart disease risk. In *Journal of the American College of Nutrition*, vol. 19, 2000, p. 291–299.

ANDERSON J. W. 2003. Whole grains protect against atherosclerotic cardiovascular disease. In *Proceedings of the Nutrition Society*, vol. 62, 2003, s. 135–142.

ANNISON, G., TOPPING, D. L. 1994. Nutritional role of resistant starch: chemical structure vs physiological function. In *Annual Review of Nutrition*, vol. 14, 1994, p. 297–320.

BAGHURST, P. A., BAGHURST, K. I., RECORD, S. J. 1996. Dietary fibre, non-starch polysaccharides and resistant starch. In *Food Australia*, vol. 48, 1996, p. 3–35.

BEER, M. U., ARRIGONI, E., AMADO, R. 1995. Effects of oat gum on blood cholesterol levels in healthy young men. In *European Journal of Clinical Nutrition*, vol. 49, 1995, p. 517–522.

BJORCK, I., LILJEBERG, H., ÖSTMAN, E. 2000. Low glycaemic index food. In *British Journal of Nutrition*, vol. 83, 2000, p. 149–155.

BLACKBURN, G. L., WOLLNER, S., HEYMSFIELD, S. B. 2010. Lifestyle interventions for the treatment of class III

obesity: a primary target for nutrition medicine in the obesity epidemic. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 91, 2010, p. 289–292.

BLANDINO, A., AL-ASEERI, M. E., PANDIELLA, S. S., CANTERO, D., WEBB, C. 2003. Cereal-based fermented foods and beverages. In *Food Research International*, vol. 36, 2003, p. 527–543.

BURKITT, D. P. 1952. Acute abdomens. British and Bagand compared. In *East African Medical Journal*, vol. 19, 1952, p. 189–192.

CAMPBELL-PLATT, G. 1994. Fermented foods: a world perspective. In *Food Research International*, vol. 27, 1994, p. 253.

CLEAVE, T. L. 1956. The neglect of the natural principles in current medical practice. In *Journal of the Royal Naval Medical Service*, vol. 42, 1956, p. 55–60.

CONWAY, P. L. 1996. Selection criteria for probiotics microorganisms. In *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, vol. 5, 1996, p. 10–14.

CRAWFORD P. B., GOSLINER, W., ANDERSON, C., STRODE, P., BECERRA-JONES, Y., SAMUEL, S., CARROLL, A. M., RITCHIE, L. D. 2004. Counseling latina mothers of preschool children about weight issues: Suggestions for a new framework. In *Journal of American Diet Association*, vol. 104, 2004, p. 387–94.

CUI, W., WOOD, P. J. 2000. Relationship between structural features, molecular weight and rheological properties of cereal β -D-glucan. In: Nishinari, K. (Ed.): *Hydrocolloids - Part 1*, Elsevier, Amsterdam, 2000, p. 159–168.

CHAMP, M., LANGKILDE, A. M., BROUNS, F., KETLITZ, B., COLLET, Y. I. B. 2003. Advances in dietary fibre characterisation. 1. Definition of dietary fibre, physiological relevance, health benefits and analytical aspects. In *Nutrition Research Reviews*, vol. 16, 2003, p. 71–80.

CHAVAN, J. K., KADAM, S. S. 1989. Critical reviews in food science and nutrition. In *Food Science*, vol. 28, 1989, p. 348–400.

DAVIDSON, M. H., DUGAN, L. D., BURNS, J. H., BOVA, J., STORY, K., DRENNAN, K. B. 1991. The hypocholesterolemic effects of beta-glucan in oatmeal and oat bran. In *Journal of American Medicinal Association*, vol. 265, 1991, p. 1833–1839.

DECKELBAUM, R. J., WILLIAMS, C. L. 2001. Childhood obesity: The health issue. In *Obesity Research*, vol. 9, 2001, p. 239–243.

DEMIRBAS, A. 2005. Beta-glucan and mineral nutrient contents of cereals grown in Turkey. In *Food Chemistry*, vol. 90, 2005, p. 273.

DIETZ, W. H., GORTMAKER, S. L. 2001. Preventing obesity in children and adolescents. In *Annual Review of Public Health*, vol. 22, 2001, p. 337–53.

DJOUSSE, L., GAZIANO, J. M. 2007. Breakfast cereals and risk of heart failure in the physicians' health study I. In *Archives of Internal Medicine*, vol. 167, 2007, p. 2080–2085.

DODOK, L. 1998. Obilniny- zdroj základných živín v ľudskej výžive. In *Výživa a Zdravie*, č. 4, 1998, s. 5–6.

DU, H., VAN DER A. D. L., BOSHIJZEN, H. C., FOROUCHI, N. G.; WAREHAM, N.; HALKJAER, J.; TJONNELAND, A.; OVERVAD, K.; JAKOBSEN, M. U.; BOEING, H.; BUIJSSE, B.; MASALA, G.; PALLI, D.; SORENSEN, T.; SARIS, W. H.; FESKENS, E. J. M. 2009. Dietary fiber and subsequent changes in body weight and waist

- circumference in European men and women. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 91, 2009, p. 329-336.
- DURANTI, M. 2006. Grain legume proteins and nutraceutical properties. In *Fytoterapia*, vol. 72, 2006, p. 67-82.
- EGOUNLETY, M. 2002. Production of legume-fortified weaning foods. In *Food Research International*, vol. 35, 2002, p. 233-237.
- ELMADFA, I., FREISLING, H. 2005. Fat intake, diet variety and health promotion. Diet diversification and health promotion. In *Forum of Nutrition*, vol. 57, 2005, p. 1-10.
- ENGLYST, H. N., KINGMAN, J. H., CUMMINGS, J. H. 1992. Classification and measurement of nutritionally important starch fraction. In *European Journal of Clinical Nutrition*, vol. 46, 1992, p. 33-50.
- EPSTEIN, L. H., ROEMMICH, J. N., RAYNOR, H. A. 2001. Behavioral therapy in the treatment of pediatric obesity. In *Pediatric Clinic of North America*, vol. 48, 2001, p. 981-93.
- FAO/WHO. 1997. Carbohydrates in human nutrition. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation Rome, 1997, p. 140.
- FLIGHT, I., CLIFTON, P. 2006. Cereal grains and legumes in the prevention of coronary heart disease and stroke: a review of the literature. In *European Journal of Clinical Nutrition*, vol. 60, 2006, p. 1145-1159.
- FLINT, A., MOLLER, B. K. 2004. The use of glycaemic index tables to predict glycaemic index of composite breakfast meals. In *British Journal of Nutrition*, vol. 91, 2004, p. 979-89.
- FRANZ, M. J., BANTLE, J. P., BEEBE, C. A., BRUNZELL, J. D., COULSTON, A. M., HENRY, R. R. 2002. Evidence-Based Nutrition Principles and Recommendations for the Treatment and Prevention of Diabetes and Related Complications. In *Diabetes Care*, vol. 25, 2002, p. 148-198.
- FRIEDRICH M. 2006. Better strategies sought against obesity. In *The Journal of the American Medical Association*, vol. 296, 2006, p. 1577-1579.
- JACOBS, D. R., MEYER, K. A., KUSHI, L. H., FOLSOM, A. R. 1998. Wholegrain intake may reduce the risk of ischemic heart disease death in postmenopausal women: the Iowa Women's Health Study. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 68, 1998, p. 248-257.
- JENKINS, D. J., AXELSEN, M., KENDALL, C. W. C., AUGUSTIN, L. S. A., VUKSAN, V., SMITH, U. 2000. Dietary fibre, lente carbohydrate and insuline-resistant disease. In *British Journal of Nutrition*, vol. 83, 2000, p. 157-163.
- JENKINS, D. J., VUKSAN, V., RAO, A.V., VIDGEN, E., KENDALL, C. W., TARIG, N., WURSCHE, P., KOELLREUTTER, B., SHIWNARAIN, N., JEFFCOAT, R. 1999. Colonic bacterial activity and serum lipid risk factors for cardiovascular diseases. In *Metabolism*, vol. 48, 1999, p. 264-268.
- JENSEN, M. K., KOH-BANARJEE, P., HU, F. B., FRANZ, M. J., SAMPSON, L., GRONBAEK, M., RIMM, E. B. 2004. Intake of whole grains, bran, and germ risk of coronary heart disease among men. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 80, 2004, p. 1492-9.
- JOHANSSON, L., TUOMAINEN, P., YLINEN, M., EKHOLM, P., VIRKKI, L. 2004. Structural analysis of water-soluble and -insoluble beta-glucans of whole-grain oats and barley. In *Carbohydrate Polymers*, vol. 58, 2004, p. 267-274.
- KAIN, J., UAUY, R., VIO, F., CERDA, R., LEYTON, B. 2004. School-based obesity prevention in Chilean primary school children: Methodology and evaluation of a controlled study. In *International Journal of Obesity and Related Metabolic Disorders*, vol. 28, 2004, p. 483-93.
- KAUR, I. P., CHOPRA, K., SAINI, A. 2002. Probiotics: potential pharmaceutical applications. *European Journal of Pharmaceutical Science*, vol. 15, 2002, p. 1-9.
- KEOGH, G. F., GARTH, J. S., MULVEY, T. B., MCARDLE, B. H., COLES, G. D., MONRO, J. A., POPPITT, S. D. 2003. Randomized controlled crossover study of the effect of a highly β -glucan-enriched barley on cardiovascular disease risk factors in mildly hypercholesterolemic men. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 78, 2003, p. 711-713.
- KERCKHOFFS, D. A. J. M., HORNSTRA, G., MENSINK, R. P. 2003. Cholesterol-lowering effect of β -glucan from oat bran in mildly hypercholesterolemic subjects may decrease when β -glucan is incorporated into bread and cookies. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 78, 2003, p. 221-227.
- KIRK, T., CROMBIE, N., CURSITER, M. 2000. Promotion of dietary carbohydrate as an approach to weight maintenance after initial weight loss: A pilot study. In *Journal of Human Nutrition and Dietetics*, vol. 13, 2000, p. 277-285.
- KOH-BANERJEE, P., RIMM, E. 2003. Whole grain consumption and weight gain: a review of the epidemiological evidence, possible mechanisms and opportunities for further research. In *Proceedings of the Nutrition Society*, vol. 62, 2003, p. 25-29.
- KOH-BANERJEE, P., FRANZ, M., SAMPSON, L. 2004. Changes in whole-grain, bran, and cereal fiber consumption in relation to 8-y weight gain among men. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 80, 2004, p. 1237-1245.
- KOVÁČIKOVÁ, E., VOJTAŠŠÁKOVÁ, A., MOSNÁČKOVÁ, J., PASTOROVÁ, J., HOLČIKOVÁ, K., SIMONOVÁ, E., KOŠICKÁ, M. 2007. Vláknina v potravinách. Výskumný ústav potravinársky, Bratislava, 2007.
- LIESE, A. D., ROACH, A. K., SPARKS, K. C., MARQUART, L., D'AGOSTINO, R. B., MAYER-DAVIS, E. J. 2003. Whole-grain intake and insulin sensitivity: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 78, 2003, p. 965-71.
- LIU, S., STAMPFER, M., HU, F. B., GIOVANNUCCI, E., RIMM, E., MANSON, J., HENNEKENS, C. WILLETT, W. 1999. Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health Study. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 70, 1999, p. 412-419.
- LIU, S., MANSON, J., STAMPFER, M. 2000. A prospective study of whole-grain intake and risk of type 2 diabetes mellitus in US women. In *American Journal of Public Health*, vol. 90, 2000, p. 1409-1415.
- LUPTON, J. R., TURNER, H. D. 2003. Dietary Fibre and Coronary Disease: Does the evidence support an association? In *Current Atherosclerosis Reports*, vol. 5, 2003, p. 500-595.
- LYLY, M., SALMENKALLIO-MARTTILA, M., SUORTTI, T., AUTIO, K., POUTANEN, K., LAHTEENMAKI, L. 2003. Influence of oat β -D-glucan preparations on the perception of mouthfeel and rheological properties in beverage prototypes. In *Cereal Chemistry*, vol. 80, 2003, p. 536-541.
- MATTILA-SANDHOLM, T. 1998. VTT on lactic acid bacteria. VTT Symposium, VTT Information Service, Finland, vol. 156, 1998, p. 1-10.

- MÄLKKI, Y., VIRTANEN, E. 2001. Gastrointestinal effects of oat bran and oat gum - a review. In *Lebensmittel- Wissenschaft und Technologie*, vol. 34, 2001, p. 337-347.
- MARLET, J. A., MCBURNEY, M. I., SLAVIN, J. L. 2002. Position of the american dietetic association: Health implications of dietary fibre. In *Journal of the American Dietetic Association*, vol. 102, 2002, p. 993-996.
- MENSAH, P. P. A., TOMKINS, A. M., DRASAR, B. S., HARISSON, T.J. 1990. Fermentation of cereals for reduction of bacterial contamination of weaning food in Ghana. In *Lancet*, vol. 336, 1990, p. 140-143.
- MCKEOWN, N. M., MEIGS, J., LIU, S. 2002. Whole-grain intake is favorably associated with metabolic risk factors for type 2 diabetes and cardiovascular disease in the Framingham Offspring Study. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 76, 2002, p. 390-398.
- MCCRORY, M. A., SUEN, V. M. M., ROBERTS, S. B. 2002. Biobehavioral influences on energy intake and adult weight gain. In *Journal of Nutrition*, vol. 132, 2002, p. 3830-3834.
- MURTAUGH, M. A., JACOBS, D. R. J., JACOB, B., STEFFEN, L. M., MARQUART, L. 2003. Epidemiological support for the protection of whole grains against diabetes. In *Proceedings of the Nutrition Society*, vol. 62, 2003, p. 143-149.
- NOUT, M. J. R., MOTARJEMI, Y. 1997. Assessment of fermentation as a household technology for improving food safety: a joint FAO/WHO workshop. In *Food Control*, vol. 8, 1997, p. 221-226.
- OYEWOLE, O. B. 1997. Lactic fermented foods in Africa and their benefits. In *Food Control*, vol. 8, 1997, p. 289-297.
- RIMM, E. B., ASCHERIO, A., GIOVANNUCCI, E., SPIEGELMAN, D., STAMPFER, M., WILLETT, W. 1996. Vegetable, fruit and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease risk among men. In *Journal of the American Medical Association*, vol. 275, 1996, p. 447-451.
- RIMSTEN, L., STENBERG, T., ANDERSSON, R., ANDERSSON, A., ÅMAN, P. 2003. Determination of beta-glucan molecular weight using SEC with calcofluor detection in cereal extracts. In *Cereal Chemistry*, vol. 80, 2003, p. 485-490.
- RODEARMEL, S. J., WYATT, H. T., BARRY, M. J., DONG, F., PAN, D., ISRAEL, R. G., CHO, S. S., MCBURNEY, M. I., HILL, J. O. 2006. A family-based approach to preventing excessive weight gain. In *Obesity*, vol. 14, 2006, p. 1392-1401.
- ROSADO, J. L., ARELLANO, M. D. R., MONTEMAYOR, K., GARCIA, O. P., CAAMANO, M. D. C. 2008. An increase of cereal intake as an approach to weight reduction in children is effective only when accompanied by nutrition education: a randomized controlled trial. In *Nutrition Journal*, vol. 7, 2008, p. 28-32.
- ROSS, R. P., MORGAN, S., HILL, C. 2002. Preservation and fermentation: past, present and future. In *International Journal of Food Microbiology*, vol. 79, 2002, p. 3-16.
- SALMERON, J., ASCHERIO, A., RIMM, E., COLDITZ, G., SPIEGELMAN, D., JENKINS, D., STAMPFER, M., WING, A., WILLETT, W. 1997. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. In *Diabetes Care*, vol. 20, 1997, p. 545-550.
- SALMERON, J., MANSON, J. E., STAMPFER, M. J., COLDITZ, G. A., WING, A. L., WILLETT, W. C. 1997. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin dependent diabetes mellitus among women. In *Journal of the American Medical Association*, vol. 277, 1997, p. 472-477.
- SALMINEN, S., VON WRIGHT, A. 1998. Safety of probiotic bacteria: Current perspectives. In: T. Mattila-Sandholm, T. Kauppila: Functional food research in Europe, Haikko, Finland, 1998, p. 105-106.
- SALOVAARA, H. 2000. The time of cereal based functional food is here: introducing yosa, a vellie. In G., Skrede, E.M., Magnus: The Nordic cereal industry towards year, Haugesund, Norway, 2000, p. 195-202.
- SLAVIN, J. 1994. Whole grains and health: separating the wheat from the chaff. In *Nutrition Today*, vol. 29, 1994, p. 6-10.
- SLAVIN, J., JACOBS, D., MARQUART, L. 1997. Whole-grain consumption and chronic disease: protective mechanisms. In *Nutrition in Cancer*, vol. 27, 1997, p. 14-21.
- SLAVIN, J., MARQUART, L., JACOBS, D. 2000. Consumption of whole-grain foods and decreased risk of cancer: proposed mechanisms. In *Cereal Foods World*, vol. 45, 2000, p. 54-8.
- SLAVIN, J. 2003. Impact of the proposed definition of dietary fibres on nutrient databases. In *Journal of Food Composition Analyses*, vol. 16, 2003, p. 287-290.
- SLAVIN J. 2005. Dietary fiber and body weight. In *Nutrition*, vol. 21, 2005, p. 411-418.
- STAUFER, C. E. 2001. Functional additives for bakery foods. In: Gómez, C., Navarro, A., Manzanares, P., et al. Physical and structural properties of barley (1→3),(1→4)-β-glucan. Part I. Determination of molecular weight and macromolecular radius by light scattering. In *Carbohydrate Polymers*, vol. 32, 1997, p. 7-12.
- STEINKRAUS, K. H. 1998. Bio-enrichment: production of vitamins in fermented foods. In Wood J. B. Microbiology of fermented foods, Blackie Academic and Professional, London, 1998, p. 603-619.
- STETTLER, N. 2002. Environmental factors in the etiology of obesity in adolescents. In *Ethnic Diseases*, vol. 12, 2002, p. 41-5.
- SWINBURN B, CATERSON I, SEIDEL J., JAMES, W. P. T. 2004. Diet, nutrition and the prevention of excess weight gain and obesity. In *Public Health Nutrition*, vol. 71, 2004, p. 123-146.
- TOUFEILI, I., OLABI, A., SHADAREVIAN, S., ABI ANTOUN, M., ZURAYK, R., BAALBAKI, I. 1997. Relationships of selected wheat parameters to bulgur-making quality. In *Journal of Food Quality*, vol. 20, 1997, p. 211-224.
- TROGH, I., COURTIN, C. M., ANDERSSON, A. A. M., ÅMAN, P., SORENSEN, J. F., DELCOUR, J. A. 2004. The combined use of hull-less barley flour and xylanase as a strategy for wheat/hull-less barley flour breads with increased arabinoxylan and (1→3, 1→4)-beta-D-glucan levels. In *Journal of Cereal Science*, vol. 40, 2004, p. 257.
- TROWELL, H. 1972. Ischemic heart disease and dietary fiber. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 25, 1972, p. 926-932.
- VENN, B., MANN, J. 2004. Cereal grains, legumes and diabetes. In *European Journal of Clinical Nutrition*, vol. 58, 2004, p. 1443-1461.
- VIRKKI, L., JOHANSSON, L., YLINEN, M. 2005. Structural characterization of water-insoluble nonstarchy polysaccharides of oats and barley. In *Carbohydrate Polymers*, vol. 59, 2005, p. 357-366.
- VRIES, J. 2003. On defining dietary fibre. In *Proceedings of the Nutrition Society*, vol. 62, 2003, p. 37-43.

WALKER, A. R. P. 1947. The effects of recent changes of food habits and bowel motility. In *South African Medical Journal*, vol. 21, 1947, p. 590–592.

WILLIAMS, P. G., GRAFENAUER, S. J., O'SHEA J. E. 2008. Cereal grains, legumes and weight management: a comprehensive review of the scientific evidence. In Faculty of Health and Behavioural Sciences-Papers. University of Wollongong, 2008.

WILLETT, W. C. 1998. The dietary pyramid: does the foundation need repair?. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 68, 1998, p. 218–219.

WOOD, P. J. 1997. Functional foods for health: opportunities for novel cereal processes and products. In *Cereals*, vol. 8, 1997, p. 233–238.

WRIGLEY, C., CORKE, H., WALKER, CH. E. 2004. Oats. In *Encyclopedia of Grain Science*, Oxford: Academic Press, vol. 2, 2004, p. 365–374.

ŽAJOVÁ, A., PORUBSKÁ, M. 1997. Obilniny vo výžive zdravých i chorých ľudí. In: *Obilniny Zborník VÚRV*, Piešťany, 1997, s. 400.

YUN, CH. H., ESTRADA, A. 2003. Beta-glucan, extracted from oat, enhances disease resistance against bacterial and parasitic infections. In *FEMS Immunology and Medical Microbiology*, vol. 35, 2003, p. 67–75.

Kontaktná adresa:

Mgr. Lenka Duchoňová, Institute of Biochemistry, Nutrition and Health Protection, Faculty of Chemical and Food Technology Slovak University of Technology in Bratislava, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, 02/59325400, lenka.duchonova@stuba.sk

doc. Ing. Ernest Šturdík, CSc., Institute of Biochemistry, Nutrition and Health Protection, Faculty of Chemical and Food Technology Slovak University of Technology in Bratislava, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, 02/52731595, ernest.sturdik@stuba.sk