

NUTRITIONAL AND HEALTH BENEFITS OF BUCKWHEAT

Martina Danihelová, Ernest Šturdík

ABSTRACT

Buckwheat represents a raw material interesting in term of its nutritional and health beneficial suitability. Buckwheat grain is a source of valuable proteins, starch with low glycemic index or high amount of unsaturated fatty acids. It contains compounds with prophylactic value, too. Buckwheat is one of the richest sources of flavonoids. The highest content of dietary fibre is in bran fraction, where it counts for 40 %. Present phytosterols are usefull in lowering blood cholesterol. Buckwheat is better source of magnesium, potassium, phosphorus, zinc, manganese and copper than other cereals. Among vitamins the most abundant is pyridoxin. Buckwheat is effective in management of many diseases, mainly cardiovascular and digestion disorders, cancer, diabetes and obesity. In the last decades buckwheat is an interesting material not only for development of new functional foods, but for the preparation of concentrates with healing buckwheat components, too.

Keywords: buckwheat, commercialization, human health, nutrition, prophylactic compounds

ÚVOD

Obilniny predstavujú pre prevažnú časť ľudstva základnú potravinu, ktorá je pre nich zdrojom predovšetkým sacharidov, ale taktiež vysokohodnotných bielkovín, vitamínov, minerálnych látok a vlákniny. Z hľadiska objemu konzumu majú medzi ostatnými poľnohospodárskymi produktmi výsadné postavenie.

Pohánku vo všeobecnosti nezaraďujeme medzi cereálie, avšak jej semená sú zvyčajne klasifikované medzi cereálne zrná, nakoľko majú podobné chemické zloženie i využitie. Pohánka je jednoročná bylina. Patrí do čeľade stavikrovitých (*Polygonaceae*), rodu *Fagopyrum* (Obrázok 1). Za pôvodnú oblasť výskytu pohánky sa považuje juhovýchodná Ázia (najmä oblasť Himaláji), odkiaľ sa rozšírila do ďalších lokalít (Gajdošová, Šturdík, 2004).



Obrázok 1 Pohánka jedlá (*Fagopyrum esculentum*) (Thomé, 2003)

Na našom území sa jej pestovanie datuje od 12. až 13. storočia. Táto plodina je nenáročná na podmienky životného prostredia. Darí sa jej i v horských a bezvápenatých pôdach. V 18. storočí jej produkciu oslabil začiatok pestovania zemiakov. Po objavení viacerých jej zdraviu prospešných zložiek a účinkov je záujem o ňu opäť na vzostupe (Petr et al., 2004).

Pohánka sa primárne pestuje za účelom získania jej plodov – zrn pre ľudskú výživu. Zrno pohánky má v priereze trojuholníkovitý tvar (Obrázok 1). Podobne ako ostatné cereálie pozostáva zo šupky, škrobnatého endospermu a zárodku (Mazza, Oomah, 2003). Spomedzi viacerých odrôd pohánky je 9 z nich poľnohospodársky a nutrične významných. Bežne sa pestujú 2 odrody: Pohánka jedlá (*Fagopyrum esculentum*) a Pohánka tatárska (*Fagopyrum tataricum*) (Krkošková, Mrázová, 2005).

Svetová ročná produkcia pohánky predstavuje cca 1,5 milióna tony. Najväčšími producentmi sú Čína a Rusko. Slovenská republika sa so svojím objemom pestovania zaraďuje medzi najmenších pestovateľov (Tabuľka 1) (FAO, faostat.fao.org/site/567/default.aspx#anchor).

Tabuľka 1 Produkcia pohánky vo svete za rok 2010 (FAO, faostat.fao.org/site/567/default.aspx#anchor)

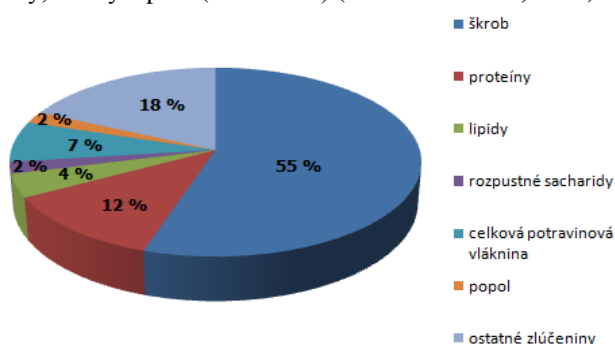
Krajina	Produkcia (t)
Čína	590 000
Ruská federácia	339 290
Ukrajina	133 700
Spojené štáty americké	82 600
Poľsko	74 400
Japonsko	29 700
Česká republika	1 800
Slovinsko	1 370
Chorvátsko	380
Maďarsko	289
Slovensko	70

Hoci produkcia pohánky v celosvetovom meradle i vo väčšine jednotlivých krajín zaznamenáva klesajúci trend, počet odborných publikácií zaoberajúcich sa touto plodinou ročne vzrastá o niekoľko stoviek.

Zámerom nášho rešeršného článku je poskytnúť najnovší prehľad o zastúpení nutrične a profylakticky významných zložiek v pohánke z hľadiska jej jednotlivých častí. Dôraz sa kladie na ich prospešný účinok v prevencii ochorení. Článok taktiež sumarizuje súčasné možnosti komerčného využitia pohánky ako suroviny pre prípravu funkčných potravín resp. výživových doplnkov.

NUTRIČNÉ CHARAKTERISTIKY

Celé zrnó pohánky v priemere obsahuje 55 % škrobu, 12 % proteínov, 4 % lipidov, 2 % rozpustných sacharidov, 7 % celkovej potravinovej vlákniny, 2 % popola a 18 % ostatných zlúčenín, ako sú organické kyseliny, fenolové látky, taníny a pod. (Obrázok 2) (Steadman et al., 2001).



Obrázok 2 Pomerné zastúpenie jednotlivých zložiek v zrne Pohánky jedlej (*Fagopyrum esculentum*) (vytvorené podľa Steadman et al., 2001)

Hlavnou zložkou zrna pohánky je škrob, pričom jeho množstvo je v jednotlivých druhoch rozdielne. Akumuluje sa v endosperme, kde plní funkciu zásoby energie pre rast rastliny. V celom zrne predstavuje podiel cca 55 %, pričom múka pozostávajúca prevažne z centrálneho endospermu obsahuje 75 % škrobu, v obalových vrstvách je ho naopak minimálne množstvo, okolo 18 % (Steadman et al., 2001).

Obsah amylózy v granulách škrobu sa pohybuje najčastejšie v rozmedzí 15 až 25 %, avšak niektoré odrody dosahujú hodnoty až do 50 % (Qin et al., 2010). Pohánkový škrob je vďaka tomu ťažšie stráviteľný než pšeničný, preto výrobky z neho majú nízky glykemický index, čo je zo zdravotného hľadiska výhodné (Kreft, Germ, 2008). Približne tretina z celkového obsahu škrobu predstavuje jeho rezistentnú (teda neštiepiteľnú) formu (Christa, Soral-Šmietana, 2008).

Proteíny predstavujú v zrne pohánky podiel cca 12 %. Podobne ako škob majú najmä zásobnú funkciu. Sú preto koncentrované v zárodku, kde môžu predstavovať až 36 %. Múka z endospermu obsahuje 6 % proteínov, obalové vrstvy ešte menej (iba 4 %) (Steadman et al., 2001). Polovicu všetkých bielkovín tvoria globulíny, albumínov je asi 25 % a glutelínov sú cca 4 %. Pohánková múka je vhodná pre celiatikov pre nízky obsah prolaminov, ktoré sú pre nich toxické (Gajdošová, Šturdík, 2004).

Pohánkové bielkoviny sa vyznačujú vyšším obsahom lyzínu a arginínu, vďaka čomu majú vysokú biologickú

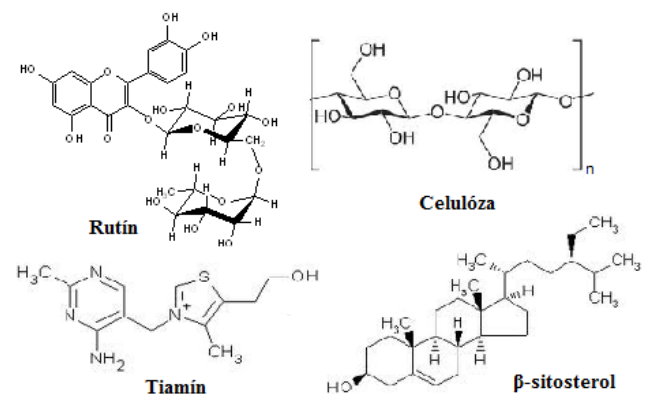
hodnotu, avšak v porovnaní s proteínmi pšenice, jačmeňa, raže a kukurice sú horšie stráviteľné (Christa, Soral-Šmietana, 2008). Nízky pomer aminokyselín lyzín/arginín a metionín/glycín hovorí o možnom účinku pohánkových proteínov pri znižovaní hladiny cholesterolu (Carroll, Kurowska, 1995).

V priemernom pohánkovom zrne sa nachádzajú 4 % lipidov. Ich najvyššia koncentrácia bola zistená v embryu (11 %), kde slúžia pre výživu zárodka. Obalové vrstvy naopak obsahujú lipidov menej než 1 % (Steadman et al., 2001; Vojtišková et al., 2012).

Z celkových lipidov viac ako dve tretiny tvoria triacylglyceroly, 10 % pripadá na fosfolipidy a 5 % je glykolipidov (Gajdošová, Šturdík, 2004). Zo zastúpených mastných kyselín je 80 % nenasýtených a 20 % nasýtených. Spomedzi nasýtených mastných kyselín tvorí dominantnú časť kyselina palmitová. Z nenasýtených mastných kyselín pohánkové lipidy obsahujú najmä kyselinu olejovú, linolovú a linolénovú. I vďaka vysokému obsahu nenasýtených, a to najmä polyneenasýtených mastných kyselín, má pohánka popredné postavenie medzi ostatnými cereáliami (Christa, Soral-Šmietana, 2008).

PROFYLAKTICKÉ ZLOŽKY

Okrem vysokohodnotných bielkovín a lipidov obsahuje zrnó pohánky i ďalšie látky, ktoré sú prospešné pre ľudské zdravie. Profylaktickým pôsobením môžu tieto pozitívne ovplyvňovať vznik a rozvoj viacerých ochorení (Obrázok 3).



Obrázok 3 Vybrané profylaktické zlúčeniny pohánky

VLÁKNINA

Potravinová vláknina pozostáva z oligosacharidov, polysacharidov a iných hydrofilných derivátov. Podľa afinity k vode ju možno rozdeliť na rozpustnú a nerozpustnú. Nerozpustná potravinová vláknina zahŕňa celulózu, ligníny a niektoré necelulózové polysacharidy, rozpustnú vlákninu tvoria pektíny a ďalšie necelulózové polysacharidy (Brownlee, 2011).

Celé zrnó obsahuje 7 % celkovej potravinovej vlákniny. V bielej múke pozostávajúcej najmä zo škrobnatého endospermu sa nachádzajú iba 3 % celkovej vlákniny. Najbohatšou časťou zrna na vlákninu sú jeho obalové vrstvy. Tieto majú až 40 % celkovej potravinovej vlákniny, z ktorej 25 % tvorí jej rozpustná zložka (Steadman et al., 2001). Podobný obsah vlákniny (41 %) majú i pšeničné otruby (Scherz, Senser, 1994).

Otruby bez šupiek obsahujú 16 % vlákniny, z nej až tri štvrtiny predstavuje rozpustná vláknina. Z toho vyplýva,

že najvyšší podiel nerozpustnej vlákniny sa nachádza v šupkách zrna pohánky (Steadman et al., 2001). Pohánkové otruby bez šupiek sú svojím obsahom vlákniny (17 %) porovnateľné s ovsenými otrubami (Lee, Prosky, DeVries, 1992).

Rozpustná vláknina spomaľuje vyprázdňovanie žalúdka a predlžuje prestup stravy v tenkom čreve. Nerozpustná vláknina naopak zrýchľuje prestup žalúdkom, tenkým a hrubým črevom. Zvyčajne sa využíva ako napučiavacie činidlo pri prevencii a liečbe zápchy. Rozpustná a v menšej miere i nerozpustná vláknina sú fermentované mikroflórou tráviaceho traktu, pričom sa produkujú mastné kyseliny s krátkym reťazcom a plyny, ktoré môžu účinkovať pri znižovaní hladiny cholesterolu v krvi a rizika rakoviny hrubého čreva (Roberfroid, 1993).

FLAVONOIDY

Flavonoidy predstavujú skupinu rastlinných pigmentov. Sú to polyfenoloné látky, ktoré zaraďujeme medzi sekundárne metabolity rastlín. Ovplyvňujú nielen organoleptické vlastnosti jedál a nápojov na báze rastlín (najmä chuť a farbu), ale svojimi prospešnými vlastnosťami taktiež prispievajú k ich nutričnej kvalite.

Celkový obsah flavonoidov v pohánke závisí nielen od konkrétnej odrody, ale tiež od environmentálnych a kultivačných podmienok. Preto sa môžu údaje z literatúry líšiť niekedy aj o celý rád. Všeobecne je obsah flavonoidov v odrode *Fagopyrum tataricum* oveľa vyšší (2038 mg/100 g) než u *Fagopyrum esculentum* (37 mg/100 g) (Jiang et al., 2007).

Hlavným a obsahovo dominantným flavonoidom v pohánke je rutín. Zrno Pohánky jedlej podľa odbornej literatúry obsahuje 10 až 47 mg rutínu/100 g s najčastejšou hodnotou cca 20 mg/100 g, v zrne Pohánky tatárskej sa nachádza 500 až 2000 mg rutínu/100 g s najčastejšou hodnotou 1500 mg/100 g (Oomah, Mazza, 1996; Holasova et al., 2002; Fabjan et al., 2003; Park et al., 2004; Peng, Liu, Ye, 2004; Jiang et al., 2007; Guo et al., 2011). Naproti tomu v čínskych kultivaroch sú pre obe odrody uvádzané vyššie hodnoty (Pohánka jedlá 520 mg rutínu/100 g a Pohánka tatárska 2280 mg rutínu/100 g) (Zhanrong, Xiulian, 2007). V pohánkových šupkách je niekoľkonásobne viac rutínu (28 mg/100 g) než v jej endosperme (4,9 mg/100 g) (Peng, Liu, Ye, 2004).

Obsah rutínu významne závisí aj od lokalizácie v rastline (Tabuľka 2). Najvyššie hodnoty sa nachádzajú v kvetoch, kde sa jeho hladina pohybuje v závislosti od odrody až do výšky niekoľkých percent. O niečo menej bohatšie na rutín sú pohánkové listy. Ďalej v poradí nasledujú pohánkové zrná. Najchudobnejšie na rutín sú stonka a koreň (Park et al., 2004).

Tabuľka 2 Obsah rutínu v jednotlivých častiach rastliny pohánky *Fagopyrum* sp. (Park et al., 2004)

Rastlinná časť	Obsah rutínu (mg/100 g)	
	<i>Fagopyrum esculentum</i>	<i>Fagopyrum tataricum</i>
kvet	372,8	3518,6
list	115,6	2876,0
zrno	22,6	1469,8
stonka	17,4	482,6
koreň	10,1	22,3

Okrem rutínu boli v pohánke determinované i niektoré ďalšie flavonoidy. Sú nimi najmä kvercetín, kvercitrín, izokvercitrín, katechín, epikatechín, orientín, izoorientín, vitexín, hyperín, luteolín, kempferol a ich deriváty (Tian, Li, Patil, 2002; Verardo et al., 2010). Výskumy preukázali u mnohých spomedzi flavonoidov viaceré zdraviu prospešné účinky ako napr. antioxidačné, protizápalové, kardioprotektívne, antivirálne či protirakovinové (Yao et al., 2004). Rutín je vhodný najmä pre prevenciu kardiovaskulárnych ochorení, nakoľko zvyšuje pružnosť cievnych kapilár, znižuje krvný tlak a hladinu cholesterolu v krvi (Perez-Vizcaino, Duarte, 2010).

FYTOSTEROLY A FAGOPYRÍNY

Fytosteroly predstavujú rastlinné steroly, ktoré sú súčasťou pohánkových lipidov. Štruktúrou sú veľmi podobné cholesterolu a preto kompetitívne inhibujú jeho absorpciu (Moghadasian, Frohlich, 1999). Popri znižovaní cholesterolu v krvi boli u nich popísané i antivirálne a protinádorové účinky (Li, Zhang, 2001).

Fytosteroly sú v pohánke prítomné najmä v zárodku a endosperme. Najviac zastúpeným je β -sitosterol v množstve 700 mg/kg, ktorý predstavuje 70 % z celkového množstva pohánkových fytosterolov. Ďalej sa v pohánke vyskytuje i kampesterol v množstve 95 mg/kg a stopové množstvá sigmasterolu (Horbowicz, Obendorf, 1992).

Fagopyríny sú dusíkaté deriváty hypericínu. Vo svojej molekule obsahujú naftodiantrónovú štruktúru. Ich množstvo v zrnách pohánky nie je vysoké a ich izolácia je zložitá. Fagopyríny sa vyskytujú najmä v listoch a kvetoch, kde dosahujú hodnotu u Pohánky tatárskej cca 1 mg/g a v prípade Pohánky jedlej cca 0,5 mg/g (Eguchi, Anase, Osuga, 2009). Fagopyríny zvyšujú precitlivosť na svetlo u dobytky. U ľudí sa táto nevyskytla. Na druhej strane boli publikované práce o možnom pozitívnom pôsobení fagopyrínov pri liečbe diabetu II. typu (Li, Zhang, 2001).

VITAMÍNY SKUPINY B

Celkový obsah týchto vitamínov je v zrne Pohánky tatárskej vyšší než v Pohánke jedlej. Sú koncentrované najmä v embryu a obalových vrstvách. Spomedzi vitamínov skupiny B sú prítomné najmä vitamín B1 (tiamín), vitamín B2 (riboflavín) a vitamín B6 (pyridoxín) (Bonafaccia, Marocchini, Kreft, 2003).

Otruby obsahujú najviac vitamínu B6 (cca 0,6 mg/100 g). Toto množstvo predstavuje 6 % celkovej odporúčenej dennej dávky pyridoxínu. Vitamíny B1 a B2 sú v otrubách prítomné v polovičnom až tretinovom množstve v porovnaní s vitamínom B6 (Bonafaccia, Marocchini, Kreft, 2003).

Pohánka je zaujímavá i prítomnosťou tiamín-viažucich proteínov. Tieto napomáhajú jeho transportu a uskladneniu v rastlinách. Okrem zvýšenia stability tiamínu zlepšujú i jeho biodostupnosť. Preto vitamín B1 prítomný v pohánke je lepšie využiteľný (Li, Zhang, 2001).

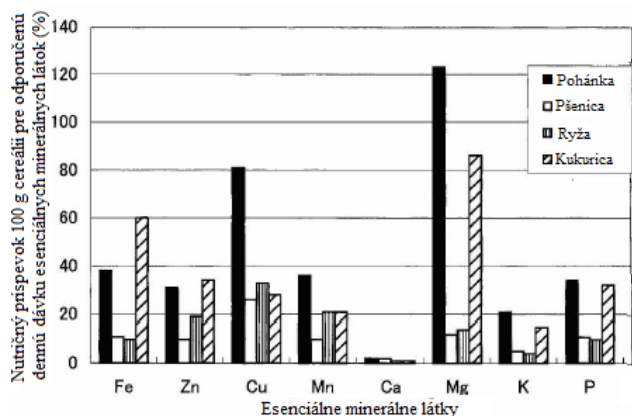
MINERÁLNE LÁTKY

Zrná pohánky sú dobrým zdrojom mnohých esenciálnych minerálnych látok. Pohánka tatárska je bohatšia na

minerály než Pohánka jedlá. Z pohľadu celého zrna je väčšina z nich lokalizovaná v okrajových a obalových vrstvách a tiež v embryu (Bonafaccia et al., 2003).

Pohánková múka obsahuje vysoké hladiny horčíka, draslíka, fosforu, železa, zinku, medi a mangánu. Horčík, draslík a fosfor sú prítomné v množstve cca 400 mg/100 g. Vápnika je 12 mg/100 g, železa a zinku do 3 mg/100 g, mangánu cca 1,5 mg/100 g a medi iba 0,5 mg/100 g pohánkovej múky (Ikeda et al., 2006).

V porovnaní s ostatnými cereáliami je pohánka vhodnejším zdrojom najmä horčíka, draslíka, fosforu, zinku, mangánu a medi. 100 g pohánkovej múky poskytuje približne 10 až 100 % odporúčenej dennej dávky pre zinok, meď, mangán, horčík, draslík, fosfor a železo, avšak iba niekoľko percent odporúčenej dennej dávky pre vápnik (Obrázok 4) (Ikeda et al., 2006).



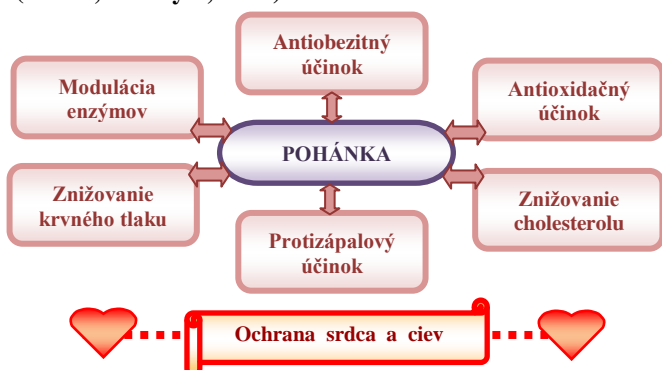
Obrázok 4 Nutričný príspevok cereálií k odporúčenej dennej dávke pre esenciálne minerálne látky (Ikeda et al., 2006)

VPLYV NA ĽUDSKÉ ZDRAVIE

Nakoľko pohánka obsahuje viaceré zdraviu prospešné zložky, tieto sa môžu po jej konzumácii prejavovať pozitívnymi účinkami na ľudský organizmus. Preukázané boli najmä prospešné účinky pohánky v prevencii obezity, diabetu, srdcovo-cievnych a nádorových ochorení a porúch tráviaceho systému.

POHÁNKA A SRDCOVO-CIEVNE OCHORENIA

Na kardioprotektívnych účinkoch sa pohánka podieľa viacerými svojimi vlastnosťami (Obrázok 5). Znižuje hladinu krvného tlaku a cholesterolu, má antioxidantné a protizápalové účinky, vykazuje antiobezitné pôsobenie (Ratan, Kothiyal, 2011).



Obrázok 5 Potenciálne účinky pohánky pri ochrane srdcovo-cievneho systému

Vodný extrakt šupiek Pohánky jedlej (*Fagopyrum esculentum*) účinne chráni LDL pred oxidáciou a silne inhibuje peroxidáciu lipidov v podmienkach *in vitro*. U myši, ktorým počas 14 dní bolo do stravy pridávaných 0,75 % tohto extraktu, bola pozorovaná znížená hladina produktov lipidovej peroxidácie a zvýšená aktivita antioxidantného pôsobiaceho enzýmu superoxidodismutázy v porovnaní s kontrolnou skupinou (Mukoda, Sun, Ishiguro, 2001).

Výhonky Pohánky jedlej i Pohánky tatárskej znižovali tvorbu peroxidu a tiež eliminovali superoxidové anióny v bunkách pečene HepG2. Výhonky Pohánky tatárskej znižovali oxidačný stres v bunkách oveľa účinnejšie než výhonky Pohánky jedlej, čo môže byť spôsobené 5-násobne vyšším obsahom rutínu v Pohánke tatárskej v porovnaní s Pohánkou jedlou (Liu et al., 2008).

Výsledky dvojito zaslepenej štúdie u žien konzumujúcich pohánkové sušienky po dobu 2 týždňov napovedajú, že pohánka vykazuje protizápalové účinky, nakoľko jej konzumácia znížila v krvnom sére hladinu myeloperoxidázy, ktorá je považovaná za indikátor zápalu (Wieslander et al., 2011).

Wang et al. (2009) uskutočnili pokus s potkanmi, ktorým do potravy zahrnuli 0,2 až 1 % extraktu otrúb Pohánky tatárskej. U týchto potkanov v porovnaní s kontrolnou skupinou pozorovali zníženie celkových triglyceridov a cholesterolu a znížený aterogénny index v krvnej plazme, čo nasvedčuje potenciálnemu antiobezitnému pôsobeniu pohánky.

Konzumácia pohánky u potkanov, ktorým bola predtým podávaná strava bohatá na lipidy, u nich významne zlepšila niektoré faktory rizika kardiovaskulárnych ochorení. Spôsobila zníženie hladiny triglyceridov, celkového a LDL cholesterolu, zvýšenie hladiny HDL cholesterolu ako aj rozšírenie lumenu aorty, čo je z hľadiska rizika kardiovaskulárnych ochorení pozitívne (Son, Kim, Lee, 2008).

Lee et al. (2010) preukázali na štúdiu s potkanmi hypolipidemický účinok kvetov a listov pohánky. Tieto boli v práškovej forme podávané potkanom v množstve 5 %. U experimentálnych zvierat sa znížila koncentrácia celkového cholesterolu a triglyceridov, pričom množstvo triglyceridov a sterolov v stolici bolo zvýšené. Autori pripisujú tento účinok synergickému spolupôsobeniu fenolových zlúčenín a vlákniny prítomnej v kvetoch a listoch pohánky.

Kim et al. (2009) uskutočnili štúdiu s hypertenznými potkanmi, ktorým do stravy pridávali vodný extrakt z pohánkového zrna. Po 5-týždennom prijíme extraktu v množstve 600 mg/kg bolo u potkanov pozorované zníženie krvného tlaku. Významné bolo tiež zníženie oxidačného poškodenia v endotelových bunkách aorty znížením imunoreaktivity nitrotyrozínu, ktorý je markerom tvorby peroxynitritu.

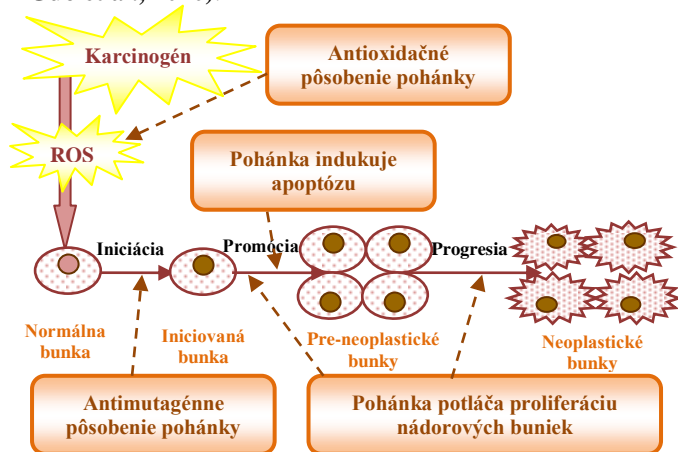
Z pohánkovej múky bola izolovaná nová zlúčenina, ktorá inhibuje angiotenzín I-konvertujúci enzým (ACE). Ide o hydroxynikotinamín. Jeho 50 %-ný inhibičný účinok voči tomuto enzýmu má hodnotu iba 0,08 µM (Aoyagi, 2006). V pohánkovej múke sa vyskytuje v množstve 16 až 28 mg/100 g (Higasa et al., 2011). Metanolové a etanolové extrakty pohánkových zŕn vykazovali silný inhibičný účinok voči trombínu, čo sa môže využívať

na prevenciu alebo liečbu nadmernej tvorby zranení (Sohn et al., 2006).

Podľa štúdie autorov He et al. (1995) bola u ľudí v juhozápadnej Číne konzumácia pohánky spojená so zníženou hladinou celkového cholesterolu a LDL cholesterolu a zvýšeným množstvom HDL cholesterolu v krvnom sére.

POHÁNKA A RAKOVINA

Získané dáta z laboratórnych a epidemiologických meraní napovedajú, že pohánka vďaka obsahu zdraviu prospešných zložiek môže zohrávať významnú úlohu v prevencii rakoviny. Pohánkové extrakty účinne inhibovali rast nádorových buniek pľúc, pečene, hrubého čreva, prsníka, žalúdka či krčka maternice (Chan, 2003; Kim et al., 2007). Spomedzi mechanizmov protinádorového pôsobenia bola identifikovaná najmä indukcia apoptózy, inhibícia proliferácie rakovinových buniek, antioxidantné a antimutagénne pôsobenie (Obrázok 6) (Cao et al., 2008; Brindzová et al., 2009; Guo et al., 2010).



Obrázok 6 Extrakty pohánky blokujú a potláčajú proces karcinogenézy

Hinnenburg et al. (2006) zistili, že extrakt z rastliny Pohánky siatej inhiboval peroxidáciu kyseliny linolovej vyvolanú účinkom UV-žiarenia. V porovnaní so samotným rutinom či komerčným UV absorbentom preukázal pohánkový extrakt lepšie fotoprotektívne účinky. Etanolové extrakty semien Pohánky tatárskej už pri koncentrácii 50 µg/ml inhibovali rast ľudských melanómových buniek (Park, Park, 2004). Etanolové extrakty Pohánky jedlej i tatárskej účinne ochránili DNA pred poškodením hydroxylovými radikálmi v podmienkach *in vitro* (Cao et al., 2008).

Pohánkové šupy vykazujú protinádorové účinky voči viacerým nádorovým bunkovým líniam *in vitro*. V koncentrácii 0,25 až 1 mg/ml účinne potláčali rast nádorových buniek prsníka (MCF-7), pečene (Hep3B), pľúc (A549), žalúdka (AGS) či krčka maternice (HeLa) až do 93 %, pričom normálne bunky zostávali neovplyvnené. Pripravený extrakt v dávke 25 a 50 mg/kg spôsobil pokles tvorby nádorov o 20 % a 42 % u myši s implantovaným sarkómom pľúc (Kim et al., 2007).

Extrakt Pohánky viacročnej (*Fagopyrum cymosum*) bol testovaný na viaceré nádorové bunkové línie. V podmienkach *in vitro* inhiboval rast nádorových buniek pľúc, pečene, hrubého čreva, krvi a kostí, pričom na

nádorové bunky prostaty, krčka maternice, vaječníkov a mozgu nebol účinný. V súčinnosti s daunomycínom bol pozorovaný synergický inhibičný účinok na ľudské nádorové bunky pľúc (H460) (Chan, 2003).

Zheng et al. (2012) izolovali z koreňa Pohánky tatárskej fenolové glykozidy s cytotoxickým účinkom. Najúčinnnejším spomedzi nich bol tatarizid C s 50%-ným inhibičným účinkom voči nádorovým bunkám pľúc (A549), kolorekta (HCT116), prsníka (ZR-75-30) a leukémie (HL-60) v rozmedzí 6,44 až 7,49 µg/ml.

Flavonoidy Pohánky tatárskej indukovali apoptózu ľudských leukemických buniek HL-60 (Ren et al., 2003). Guo et al. (2010) izolovali z vodného extraktu Pohánky tatárskej protinádorovo účinný proteín, ktorý inhiboval proliferáciu nádorových buniek prsníka. Preukázali, že hlavným mechanizmom jeho protinádorového pôsobenia je indukcia apoptózy.

Extrakty Pohánky siatej pri testovaní Amesovým testom preukázali antimutagénny potenciál, zatiaľ čo mutagénne účinky sa v danom teste neprejavili (Brindzová et al., 2009).

U obyvateľov Číny bola na základe výsledkov 5-ročnej štúdie konzumácia pohánky v inverznom vzťahu k incidencii rakoviny pľúc (Shen et al., 2008).

POHÁNKOVÁ ALERGIA

Okrem priaznivých zdravotných účinkov bol publikovaný aj výskyt alergických reakcií v súvislosti s konzumáciou pohánky u niektorých jedincov. Ľudia môžu byť citliví aj na prach z pohánkovej múky po dlhodobej expozícii (Kuryan et al., 2009).

Väčšinou ide o alergické reakcie spojené s produkciou imunoglobulínu E. Hlavnými symptómami sú astma, alergická nádcha, žihľavka a opuch podkožného tkaniva (angioedém), ktoré sa objavujú v krátkom čase po konzumácii pohánky. V najhoršom prípade sa môže objaviť krvácanie spojené s rýchlym poklesom krvného tlaku, teda anafylaktický šok (Krkošková, Mrázová, 2005).

Ako alergény boli identifikované nízkomolekulové proteíny a glykoproteíny. Tieto proteíny sú zastúpené s ostatnými zásobnými proteínmi v celom zrne, pričom viac sa ich nachádza vo vonkajších vrstvách (Morita et al., 2006).

V uvedených súvislostiach je snaha eliminovať alergénne proteíny z pohánkových zŕn. Využívajú sa napr. enzymatické modifikácie či kontrolované fermentácie kmeňmi kvasiniek a vláknitých húb (Handoyo et al., 2006).

KOMERČNÉ VYUŽITIE POHÁNKY

Pohánku možno využiť pre rôzne účely, predovšetkým ako potravinu, krmovinu, liečivú a medonosnú rastlinu. Hlavným účelom pestovania pohánky je získanie jej plodov, t. j. zŕn pre ľudskú výživu (Gajdošová, Šturdík, 2004).

Odstránením šupiek zo zrna dostaneme krúpy a ich mletím múku. Vo svete sa vyrába mnoho funkčných potravín na báze pohánky. V Číne, Japonsku a v Taliansku sú obľúbené pohánkové rezance, tzv. „soba noodle“. Vyrábajú sa z cesta pripraveného z pohánkovej múky a vody. V Rusku a Poľsku sa z krúpy a múky pripravuje polievka a kaša. V Európe a Severnej Amerike sa

pohánková múka mieša so pšeničnou pre prípravu rôznych pekárskych a cukrárskych výrobkov (Obrázok 7) (Li, Zhang, 2001; Zielińska, Szawara-Nowak, Michalska, 2007).

Vo východnej Európe sa pražené pohánkové krúpy, tzv. „kasha“, podávajú ako alternatíva ryže. V Číne sa vyrába dokonca pohánkové víno, v Amerike zasa pohánkové pivo. Z pohánkových krúpov sa pripravujú i raňajkové cereálie resp. cereálne nápoje. Zo zelených častí rastliny príp. z pohánkových šúp možno pripraviť čaj (obrázok č. 7) (Park et al., 2000; Li, Zhang, 2001; Zielińska, Szawara-Nowak, Michalska, 2007).



Obrázok 7 Tradičné pohánkové jedlá a nápoje

V mnohých laboratóriách po celom svete sa vyvíjajú postupy izolácie a purifikácie koncentrátov látok z pohánky s nutraceutickým účinkom. V tejto súvislosti treba upozorniť na viacero patentov.

Kwong et al. (2006) majú patentovanú prípravu extraktu z otrúb Pohánky tatárskej, ktorý možno využiť pri liečbe cukrovky, nakoľko je schopný znižovať hladinu glukózy v krvi. Predmetom ďalšieho patentu je extrakt zrna Pohánky jedlej, ktorý obsahuje inhibítor transportéru glukózy, preto dokáže regulovať príjem glukózy do krvi (Kawa, Taylor, Zahradka, 2011).

Peptidy z hydrolyzátu pohánkovej múky vykazujú inhibičné účinky voči angiotenzín-konvertujúcemu enzýmu (ACE). Preto ich možno využiť na reguláciu krvného tlaku (Wu, Muir, Aluko, 2009). Znižujúce účinky na krvný tlak majú tiež pohánkové extrakty, ktorých dominantnou zložkou sú flavonoly (Verhoeyen, Wiseman, 2008). Vodný extrakt listov pohánky je súčasťou prípravku s antiobezitným účinkom (Bok et al., 2011).

Vodný extrakt z kvetov a semien pupenca a pohánky inhibuje rast nádorových buniek, angiogénu a má tiež imunostimulačné účinky. Normálne bunky zostávajú pritom minimálne ovplyvnené (Meng, Riordan, Riordan, 2002). Extrakciou koreňov pohánky alkoholom možno získať extrakt s potenciálnymi protinádorovými účinkami (Hui, 2008).

Pohánka môže mať i neuroprotektívne účinky. Kosuna (2006) vo svojom patente deklaruje, že etanolový extrakt semien pohánky zlepšuje mozgovú funkciu, schopnosť učiť sa i vylepšovať pamäť, eliminuje symptómy Alzheimerovej choroby.

ZÁVER

Pohánka je plodinou, ktorú ľudstvo pestuje už oddávna. Základný výskum začal cca pred sto rokmi. Zistilo sa, že pohánka obsahuje nutrične hodnotné bielkoviny, škrob s nízkym glykemickým indexom, vysoký podiel nenasýtených mastných kyselín. Tieto zistenia ju stavajú na popredné miesto spomedzi ostatných cereálií.

Okrem základných nutričných zložiek vyniká pohánka i obsahom ďalších zlúčenín, ktoré majú na ľudský organizmus profylaktické účinky. Z nich významný je obsah rutínu, pričom Pohánka tatárska obsahuje niekoľkonásobne vyššie množstvo tohto flavonoidu než Pohánka jedlá. Najviac sa ho nachádza v kvetoch, kde môže predstavovať až niekoľko percent. Spomedzi ostatných látok je významné zastúpenie fytoosterolov, ktoré sú účinné pri znižovaní hladiny cholesterolu v krvi. 100 g pohánkovej múky poskytuje približne 10 až 100 % odporúčenej dennej dávky pre zinok, meď, mangán, horčík, draslík, fosfor a železo. Prítomné sú i vitamíny skupiny B a potravinová vláknina.

Vďaka obsahu prospešných zložiek má pohánka svoje miesto v prevencii viacerých ochorení. Znižuje hladinu krvného tlaku a cholesterolu, má antioxidantné, antiobezitné a protizápalové účinky, čím priaznivo pôsobí na incidenciu srdcovo-cievnych ochorení. V rámci prevencie rakoviny potláča jej iniciačné i progresné etapy.

Na trhu sú dnes dostupné viaceré produkty na báze pohánky. Jedná sa o tradičné jedlá, ktoré sa pripravujú z pohánkovej múky, krúpov či otrúb. Veľký záujem je najmä o vývoj nových funkčných potravín, ktoré sú z hľadiska neprítomnosti gluténu zaujímavé i pre ľudí trpiacich celiakiou. Narastá záujem taktiež o vývoj koncentrátov látok z pohánky. Ide najmä o koncentráty flavonoidov a proteínov, ktoré možno využiť v prevencii diabetu, obezity, kardiovaskulárnych či nádorových ochorení.

LITERATÚRA

- AOYAGI, Y. 2006. An angiotensin-I converting enzyme inhibitor from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) flour. In *Phytochemistry*, vol. 67, 2006, no. 6, p. 618-621.
- BOK, S. H., KIM, M. H., KIM, E. E., CHOI, M. S., MOON, S. S., CHANG, K. T. 2011. Powder or extracts of plant leaves with anti-obesity effects and anti-obesity food comprising them. United States Patent US7867525.
- BONAFACCIA, G., GAMBELLI, L., FABIAN, N., KREFT, I. 2003. Trace elements in flour and bran from common and tartary buckwheat. In *Food Chemistry*, vol. 83, 2003, no. 1, p. 1-5.
- BONAFACCIA, G., MAROCCHINI, M., KREFT, I. 2003. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. In *Food Chemistry*, vol. 80, 2003, no. 1, p. 9-15.
- BRINDZOVÁ, L., MIKULÁŠOVÁ, M., TAKÁCSOVÁ, M., MOŠOVSKÁ, S., OPATTOVÁ, A. 2009. Evaluation of the mutagenicity and antimutagenicity of extracts from oat, buckwheat and wheat bran in the *Salmonella*/microsome assay. In *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 22, 2009, no. 1, p. 87-90.
- BROWNLEE, I. A. 2011. The physiological roles of dietary fibre. In *Food Hydrocolloids*, vol. 25, 2011, no. 2, p. 238-250.
- CARROLL, K. K., KUROWSKA, E. M. 1995. Soy consumption and cholesterol reduction: review of animal and

- human studies. In *Journal of Nutrition*, vol. 125, 1995, no. 3, p. 594-597.
- CAO, W., CHEN, W. J., SUO, Z. R., YAO, Y. P. 2008. Protective effects of ethanolic extracts of buckwheat groats on DNA damage caused by hydroxyl radicals. In *Food Research International*, vol. 41, 2008, no. 9, p. 924-929.
- CHAN, P. K. 2003. Inhibition of tumor growth in vitro by the extract of fagopyrum cymosum (fago-c). In *Life Sciences*, vol. 72, 2003, no. 16, p. 1851-1858.
- CHRISTA, K. SORAL-ŠMIETANA, M. 2008. Buckwheat grains and buckwheat products – nutritional and prophylactic value of their components – a review. In *Czech Journal of Food Sciences*, vol. 26, 2008, no. 3, p. 153-162.
- EGUCHI, K., ANASE, T., OSUGA, H. 2009. Development of a high-performance liquid chromatography method to determine the fagopyrin content of tartary buckwheat (*Fagopyrum tartaricum* Gaertn.) and common buckwheat (*F. esculentum* Moench). In *Plant Production Science*, vol. 12, 2009, no. 4, p. 475-480.
- FABJAN, N., RODE, J., KOSIR, I. J., WANG, Z., ZHANG, Z., KREFT, I. 2003. Tartary buckwheat (*Fagopyrum tartaricum* Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 51, 2003, no. 22, p. 6452-6455.
- FAO. Crops production. [online] s.a. [cit.11.02.2012] Retrieved from web: <faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>.
- GAJDOŠOVÁ, A., ŠTURDÍK, E. 2004. Biologické, chemické a nutrično-zdravotné charakteristiky pekářských cereálií. In *Nova Biotechnologica*, vol. 4, 2004, no. 1, p. 133-154.
- GUO, X., ZHU, K., ZHANG, H., YAO, H. 2010. Anti-tumor activity of a novel protein from tartary buckwheat. In *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 11, 2010, no. 12, p. 5201-5211.
- GUO, X. D., MA, Y. J., PARRY, J., GAO, J. M., YU, L. L., WANG, M. 2011. Phenolics content and antioxidant activity of tartary buckwheat from different locations. In *Molecules*, vol. 16, 2011, no. 12, p. 9850-9867.
- HANDOYO, T., MAEDA, T., URISU, A., ADACHI, T., MORITA, N. 2006. Hypoallergenic buckwheat flour preparation by *Rhizopus oligosporus* and its application to soba noodle. In *Food Research International*, vol. 39, 2006, no. 5, p. 598-605.
- HE, J., KLAG, M. J., WHELTON, P. K., MO, J. P., CHEN, J. Y., QIAN, M. C., MO, P. S., HE, G. Q. 1995. Oats and buckwheat intakes and cardiovascular disease risk factors in an ethnic minority of China. In *The American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 61, 1995, no. 2, p. 366-372.
- HIGASA, S., FUJIHARA, S., HAYASHI, A., KIMOTO, K., AOYAGI, Y. 2011. Distribution of a novel angiotensin I-converting enzyme inhibitory substance (2"-hydroxynicotianamine) in the flour, plant parts, and processed products of buckwheat. In *Food Chemistry*, vol. 125, 2011, no. 2, p. 607-613.
- HINNENBURG, I., KEMPE, S., RÜTTINGER, H. H., NEUBERT, R. H. 2006. Antioxidant and photoprotective properties of an extract from buckwheat herb (*Fagopyrum esculentum* MOENCH). In *Pharmazie*, vol. 61, 2006, no. 3, p. 237-240.
- HOLASOVA, M., FIEDLEROVA, V., SMRCINOVA, H., ORSAK, M., LACHMAN, J., VAVREINOVA, S. 2002. Buckwheat – the source of antioxidant activity in functional foods. In *Food Research International*, vol. 35, 2002, no. 2-3, p. 207-211.
- HORBOWICZ, M., OBENDORF, R. L. 1992. Changes in sterols and fatty acids of buckwheat endosperm and embryo during seed development. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 40, 1992, no. 5, p. 745-750.
- HUI, K. M. 2008. Pharmaceutical compositions. United States Patent US7329422.
- IKEDA, S., YAMASHITA, Y., TOMURA, K., KREFT, I. 2006. Nutritional comparison in mineral characteristics between buckwheat and cereals. In *Fagopyrum*, vol. 23, 2006, p. 61-65.
- JIANG, P., BURCZYNSKI, F., CAMPBELL, C., PIERCE, G., AUSTRIA, J. A., BRIGGS, C. J. 2007. Rutin and flavonoid contents in three buckwheat species *Fagopyrum esculentum*, *F. tartaricum*, and *F. homotropicum* and their protective effects against lipid peroxidation. In *Food Research International*, vol. 40, 2007, no. 3, p. 356-364.
- KAWA, J. M., TAYLOR, C. G., ZAHRADKA, P. C. 2011. Compositions and methods for management of diabetes. United States Patent US7993687.
- KIM, S. H., CUI, C. B., KANG, I. J., KIM, S. Y., HAM, S. S. 2007. Cytotoxic effect of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) hull against cancer cells. In *Journal of Medicinal Food*, vol. 10, 2007, no. 2, p. 232-238.
- KIM, D. W., HWANG, I. K., LIM, S. S., YOO, K. Y., LI, H., KIM, Y. S., KWON, D. Y., MOON, W. K., KIM, D. W., WON, M. H. 2009. Germinated buckwheat extract decreases blood pressure and nitrotyrosine immunoreactivity in aortic endothelial cells in spontaneously hypertensive rats. In *Phytotherapy Research*, vol. 23, 2009, no. 7, p. 993-998.
- KOSUNA, K. I. 2006. Composition for the treatment of symptoms and conditions associated with ageing. United States Patent US7011856.
- KREFT, I., GERM, M. 2008. Organically grown buckwheat as a healthy food and a source of natural antioxidants. In *Agronomy Journal*, vol. 70, 2008, no. 4, p. 397-406.
- KRKOŠKOVÁ, B., MRÁZOVÁ, Z. 2005. Prophylactic components of buckwheat. In *Food Research International*, vol. 38, 2005, no. 5, p. 561-568.
- KURYAN, J., AGOSTINO, N. D., BONAGURA, V. R., BOXER, M. 2009. Buckwheat pillow exposure predisposes to buckwheat food-induced anaphylaxis: a case series. In *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, vol. 123, 2009, no. 2, p. 188.
- KWONG, C. W. K., REN, G., LAU, C. W. V., LAM, C. T., SHEN, Z. F. 2006. Buckwheat compound and method of obtaining the same for treatment of hyperglycemia. United States Patent US20060029690.
- LEE, S. C., PROSKY, L., DEVRIES, J. W. 1992. Determination of total, soluble nad insoluble dietary fiber in foods – enzymatic-gravimetric method, MES-TRIS buffer: collaborative study. In *Journal of AOAC International*, vol. 75, 1992, p. 395-416.
- LEE, J. S., BOK, S. H., JEON, S. M., KIM, H. J., DO, K. M., PARK, Y. B., CHOI, M. S. 2010. Antihyperlipidemic effects of buckwheat leaf and flower in rats fed a high-fed diet. In *Food Chemistry*, vol. 119, 2010, no. 1, p. 235-240.
- LI, S., ZHANG, Q. H. 2001. Advances in the development of functional foods from buckwheat. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 41, 2001, no. 6, p. 451-464.
- LIU, C. L., CHEN, Y. S., YANG, J. H., CHIANG, B. H. 2008. Antioxidant activity of tartary (*Fagopyrum tartaricum* (L.) Gaertn.) and common (*Fagopyrum esculentum moench*) buckwheat sprouts. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 56, 2008, no. 1, p. 173-178.
- MAZZA, G., OOMAH, B. D. 2003. Buckwheat. In: CABALLERO, B., Encyclopedia of food sciences and

- nutrition, Oxford : Academic Press, 2003, p. 692-699, ISBN 978-0-12-227055-0.
- MENG, X., RIORDAN, H. D., RIORDAN, N. H. 2002. High molecular weight extracts of *Convolvulus arvensis* (field bindweed) and *Polygonum Convulvulus* (wild buckwheat). United States Patent US20020127284.
- MOGHADASIAN, M. H., FROHLICH, J. J. 1999. Effects of dietary phytosterols on cholesterol metabolism and atherosclerosis: clinical and experimental evidence. In *American Journal of Medicine*, vol. 107, 1999, no. 6, p. 588-594.
- MORITA, N., MAEDA, T., SAI, R., MIYAKE, K., YOSHIOKA, H., URISU, A., ADACHI, T. 2006. Studies on distribution of protein and allergen in graded flours prepared from whole buckwheat grains. In *Food Research International*, vol. 39, 2006, no. 7, p. 782-790.
- MUKODA, T., SUN, B., ISHIGURO, A. 2001. Antioxidant activities of buckwheat hull extract toward various oxidative stress *in vitro* and *in vivo*. In *Biological and Pharmaceutical Bulletin*, vol. 24, 2001, no. 3, p. 209-213.
- OOMAH, B. D., MAZZA, G. 1996. Flavonoids and antioxidative activities in buckwheat. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 44, 1996, no. 7, p. 1746-1750.
- PARK, C. H., KIM, Y. B., CHOI, Y. S., HEO, K., KIM, S. L., LEE, K. C., CHANG, K. J., LEE, H. B. 2000. Rutin content in food products processed from groats, leaves and flowers of buckwheat. In *Fagopyrum*, vol. 17, 2000, p. 63-66.
- PARK, B. J., PARK, C. H. 2004. Cytotoxic activities of tartary buckwheat against human cancer cells. In *Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat*, Prague 2004, p. 665-668.
- PARK, B. J., PARK, J. I., CHANG, K. J., PARK, C. H. 2004. Comparison in rutin content in seed and plant of tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*). In *Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat*, Prague 2004, p. 626-629.
- PENG, Y., LIU, F., YE, J. 2004. Determination of phenolic compounds in the hull and flour of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) by capillary electrophoresis with electrochemical detection. In *Analytical Letters*, vol. 37, 2004, no. 13, p. 2789-2803.
- PEREZ-VIZCAINO, F., DUARTE, J. 2010. Flavonols and cardiovascular disease. In *Molecular Aspects of Medicine*, vol. 31, 2010, no. 6, p. 478-494.
- PETR, J., KALINOVÁ, J., MOUDRÝ, J., MICHALOVÁ, A. 2004. Historical and current status of buckwheat culture and use in the Czech Republic. In *Proceedings of the 9th International Symposium on Buckwheat*, Prague 2004, p. 30-33.
- QIN, P., WANG, Q., SHAN, F., HOU, Z., REN, G. 2010. Nutritional composition and flavonoids content of flour from different buckwheat cultivars. In *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 45, 2010, no. 5, p. 951-958.
- RATAN, P., KOTHİYAL, P. 2011. *Fagopyrum esculentum* Moench (common buckwheat) edible plant of Himalayas: A review. In *Asian Journal of Pharmacy and Life Science*, vol. 1, 2011, no. 4, p. 426-442.
- REN, W., QIAO, Z., WANG, H., ZHU, L., ZHANG, L., LU, Y., ZHANG, Z., WANG, Z. 2003. Molecular basis of Fas and cytochrome c pathways of apoptosis induced by tartary buckwheat flavonoid in HL-60 cells. In *Methods and Findings in Experimental and Clinical Pharmacology*, vol. 25, 2003, no. 6, p. 431-436.
- ROBERFROID, M. 1993. Dietary fiber, inulin and oligofructose: a review comparing their physiological effects. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 33, 1993, no. 6, p. 103-148.
- SCHERZ, H., SENSER, F. 1994. *Food composition and nutrition tables*, Boca Raton : CRC Press, 1994, 1030 p., ISBN 978-0849375507.
- SHEN, M., CHAPMAN, R. S., HE, X., LIU, L. Z., LAI, H., CHEN, W., LAN, Q. 2008. Dietary factors, food contamination and lung cancer risk in Xuanwei, China. In *Lung Cancer*, vol. 61, 2008, no. 3, p. 275-282.
- SOHN, H. Y., KWON, C. S., SON, K. H., KWON, G. S., RYU, H. Y., KUM, E. J. Antithrombin and thrombosis prevention activity of buckwheat seed, *Fagopyrum esculentum* Moench. In *Journal of The Korean Society of Food Science and Nutrition*, vol. 35, 2006, no. 2, p. 132-138.
- SON, B. K., KIM, J. Y., LEE, S. S. 2008. Effect of adlay, buckwheat and barley on lipid metabolism and aorta histopathology in rats fed an obesogenic diet. In *Annals of Nutrition and Metabolism*, vol. 52, 2008, no. 3, p. 181-187.
- STEADMAN, K. J., BURGOON, M. S., LEWIS, B. A., EDWARDSON, S. E., OBENDORF, R. L. 2001. Buckwheat seed milling fractions: Description, macronutrient composition and dietary fibre. In *Journal of Cereal Science*, vol. 33, 2001, no. 3, p. 271-278.
- TIAL, Q., LI, D., PATIL, B. S. 2002. Identification and determination of flavonoids in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench, Polygonaceae) by high-performance liquid chromatography with electrospray ionisation mass spectrometry and photodiode array ultraviolet detection. In *Phytochemical Analysis*, vol. 13, 2002, no. 5, p. 251-256.
- THOMÉ, O. W. 2003. Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. [online] s.a. [cit.11.02.2012] Dostupné na inetrnete: <<http://www.biolib.de/>>.
- VERARDO, V., ARRÁEZ-ROMÁN, D., SEGURACARRETERO, A., MARCONI, E., FERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ, A., CABONI, M. F. 2010. Identification of buckwheat phenolic compounds by reverse phase high performance liquid chromatography-electrospray ionization-time of flight-mass spectrometry (RP-HPLC-ESI-TOF-MS). In *Journal of Cereal Science*, vol. 52, 2010, no. 2, p. 170-176.
- VERHOEYEN, M. E., WISEMAN, S. A. 2008. Use of plants with increased levels of flavonol glycosides in reducing hypertension. United States Patent US20080107792.
- VOJTIŠKOVÁ, P., KMENTOVÁ, K., KUBÁŇ, V., KRÁČMAR, S. 2012. Chemical composition of buckwheat plant (*Fagopyrum esculentum*) and selected buckwheat products. In *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, vol. 1, 2012, p. 1011-1019.
- WANG, M., LIU, J. R., GAO, J. M., PARRY, J. W., WEI, Y. M. 2009. Antioxidant activity of Tartary buckwheat bran extract and its effect on the lipid profile of hyperlipidemic rats. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 57, 2009, no. 11, p. 5106-5112.
- WIESLANDER, G., FABJAN, N., VOGRINČIČ, M., KREFT, I., JANSON, C., SPETZ-NYSTRÖM, U., VOMBERGAR, B., TAGESSON, C., LEANDERSON, P., NORBÄCK, D. 2011. Eating buckwheat cookies is associated with the reduction in serum levels of myeloperoxidase and cholesterol: A double blind crossover study in day-care centre staffs. In *The Tohoku Journal of Experimental Medicine*, vol. 225, 2011, no. 2, p. 123-130.
- WU, J. P., MUIR, A. D., ALUKO, R. E. 2009. ACE inhibitory peptides from plant materials. United States Patent US7566690.

YAO, L. H., JIANG, Y. M., SHI, J., TOMÁS-BARBERÁN, F. A., DATTA, N., SINGANUSONG, R., CHEN, S. S., 2004. Flavonoids in foods and their health benefits. In *Plant Foods for Human Nutrition*, vol. 59, 2004, no. 3, p. 113-122.

ZHANRONG, Y., XIULIAN, L. 2007. Determination of rutin content on chinese buckwheat cultivars. In *Proceedings of the 10th International Symposium on Buckwheat*, China 2007, p. 465-468.

ZHENG, C., HU, C., MA, X., PENG, C., ZHANG, H., QIN, L. 2012. Cytotoxic phenylpropanoid glycosides from *Fagopyrum tataricum* (L.) Gaertn. In *Food Chemistry*, vol. 132, 2012, no. 1, p. 433-438.

ZIELIŃSKA, D., SZAWARA-NOWAK, D., MICHALSKA, A. 2007. Antioxidant capacity of thermally-treated buckwheat. In *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, vol. 57, 2007, no. 4, p. 465-470.

Acknowledgments:

This article was part of the project funded by the Agency of the Ministry of Education, Science, Research and Sport of The Slovak Republic for EU Structural Funds entitled "Evaluation of natural substances and their choice for the prevention and treatment of lifestyle diseases" (ITMS 26240220040).

Contact address:

Mgr. Martina Danihelová, Institute of Biochemistry, Nutrition and Health Protection, Department of Nutrition and Food Assessment, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology in Bratislava, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, 02/59325400, E-mail: martina.danihelova@stuba.sk.

doc. Ing. Ernest Šturdík, CSc., Institute of Biochemistry, Nutrition and Health Protection, Department of Nutrition and Food Assessment, Faculty of Chemical and Food Technology, Slovak University of Technology in Bratislava, Radlinského 9, 812 37 Bratislava, Slovakia, 02/59325524, E-mail: ernest.sturdik@stuba.sk.