

POLYPHENOLS IN CHOSEN SPECIES OF LEGUMENS – A REVIEW*Mária Timoracká, Alena Vollmannová, Judita Bystrická***ABSTRACT**

Legumes belongs to the most important grain for human consumption. They have been cultivated for thousands of years, and have played an important role in the traditional diets of many regions throughout the world. The most legumes are widely consumed in fresh and processed forms. The traditional way of legume preparation includes soaking in water following by cooking and are usually consumed boiled as soup, occasionally as roasted grains too.

Legume are widely known for their nutraceutical value, but there is relatively little information about their polyphenols content (with the exception of soya). In spite of the fact that phenolics in general are not the substances with nutritious value, the interest in them is still persisting for their positive effects on human health. For these reasons this short review is focused on summary of legume polyphenols – identification and quantification of phenolic acids, flavonoids and tannins in raw or processed legumes and their role in these crops. Monitoring and surveying of the changes of polyphenolic compounds contents thus complete knowledge about bioactive substances content in legumes species. And seeing that legumes are considered an ideal complement to cereals in diets, they gain increasing attention as functional food items.

Keywords: legume, polyphenol, extraction

ÚVOD

Vzhľadom na vzrastajúci záujem odbornej, ale i laickej verejnosti o vzťahy medzi stravou a zdravím človeka, sa v poslednom období venuje zvýšená pozornosť potravinám s preukázateľným a účinným antioxidantným pôsobením. Medzi neesenciálnymi potravinovými antioxidantmi je najpočetnejšie zastúpená skupina fenolických a polyfenolických látok. Primárnym záujmom vedeckého výskumu je zistenie výskytu polyfenolov v našej strave, bilancia ich potravinového príjmu, objasnenie vzťahu medzi príjmom fenolických látok a vývojom zdravotného stavu populácie a ich možného spolupôsobenia v prevencii niektorých druhov ochorení spájaných s oxidačným stresom. Táto problematika je v súčasnom období riešená v prácach mnohých zahraničných odborníkov a v tejto súvislosti sú výskumu podrobené aj strukoviny.

Vo svete sa pozornosť zameriava na sóju a výrobky z nej, z dôvodu variabilnosti možných úprav a obsahu potenciálnych chemoprotektívnych látok pôsobiacich preventívne proti civilizačným chorobám. Na Slovensku sa pestovanie strukovín orientuje vo väčšej miere na hrach a fazuľu, či už v plnej zrelosti alebo vo forme nezrelých strukov, pričom ročná spotreba je 1,2 - 2 kg strukovín na jedného obyvateľa (Chrenková et al., 2003), kým v ostatných štátoch Európy je to 2,2 - 3,4 kg strukovín na jedného obyvateľa (Kusnyer, 1992).

O obsahu fenolických látok v semenách strukovín je málo publikovaných prác. Rovnako znalosti o ich zložení nie sú úplne skompletizované. Preto sme sa v tejto práci referate zamerali na poskytnutie prehľadu o obsahu bioaktívnych látok v troch druhoch strukovín – v hrachu a vo fazuli ako tradičných slovenských strukovín, ale tiež v sóji pre jej globálne využitie. Uvedené druhy strukovín svojou fenolickou skladbou a pestrou paletou výrobkov ponúkajú zaujímavú inšpiráciu pre výživu konzumentov.

PREHLAD LITERATÚRY**1. Fenolické kyseliny v strukovinách**

Fenolické kyseliny patria do skupiny fenolových antioxidantov bežne sa vyskytujúcich v rastlinnej ríši.

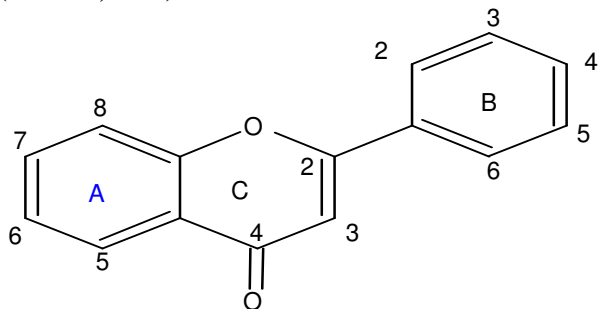
I keď sú štruktúrne odlišné od formálneho zloženia flavonoidov, s ohľadom na ich biochemickú príbuznosť a častý spoločný výskyt sa zaraďujú medzi polyfenolické látky. Z hľadiska chemickej štruktúry sú fenolické kyseliny odvodené od kyseliny benzoovej a kyseliny škoricovej (Liu, 2004). V rastlinách sa nachádzajú buď vo forme voľnej, rozpustnej konjugovanej (esterovo viazané na sacharidové zložky) alebo viazanej (spojené kovalentnými väzbami so zložkami bunkovej steny). Technologické spracovanie potravín tepelnou úpravou, pasterizáciou a mrazením prispieva k uvoľňovaniu fenolických kyselín z väzieb (Liu, 2004), ale celkový obsah kyselín sa tepelným spracovaním mení len v nepatrnej miere (Luthria, Pastor-Corrales, 2006). Straty vylúhovaním do namáčacej vody tvoria menej ako 2 % z celkového podielu kyselín. Koncentrácia voľných kyselín v ovocí a rastlinných materiáloch sa zvyšuje aj fermentačným procesom a skladovaním (Dávidek, 1983).

Fenolické kyseliny prispievajú k charakteristickej kyslej a adstringentnej chuti strukovín. Sú lokalizované v osemeni a ich obsah závisí od typu a druhu strukoviny (Hagerman et al., 1998). Troszyńska a Ciska (2002) sledovali zloženie a obsah fenolických kyselín v semenách bielych a farebných typov hrachu. Celkový obsah fenolických kyselín (voľných aj viazaných) bol vyšší vo farebných odrodách hrachu (78,53 mg.kg⁻¹ sušiny), v porovnaní s odrodami hrachu s bielym osemením (17,17 mg.kg⁻¹ sušiny). Vo farebných typoch analyzovaných vzoriek prevládali deriváty kyseliny hydroxybenzoovej (kyselina protokatechová, syringová, vanilová), zatiaľ čo v prípade bielych odrôd hrachu mali dominantné postavenie deriváty kyseliny škoricovej (kyselina ferulová, p-kumárová). Fenolické kyseliny sa v oboch typoch hrachu nachádzali vo forme voľnej, ako aj esterovo viazané. Glykozidová väzba bola dokázaná iba v prípade kyseliny protokatechovej. Koncentrácia voľných kyselín bola približne šesťkrát vyššia (46,36 mg.kg⁻¹ sušiny) vo farebných hrachoch ako v bielych typoch (7,75 mg.kg⁻¹ sušiny), a aj obsah esterovo viazaných kyselín bol asi trikrát vyšší (16,45 mg.kg⁻¹ sušiny) vo farebných odrodách ako v bielych odrodách hrachu (5,31 mg.kg⁻¹ sušiny). Podľa Orsáka et al. (2000) sú v semenách hrachu prítomné kyseliny 2,3-dihydroxybenzoová, m-hydroxybenzoová, vanilová a sinapová. Troszyńska et al. (2006) v

acetónových extraktoch fazule, šošovice a zeleného hrášku identifikovali kyselinu p-kumárovú, ferulovú a sinapovú, v extrakte zeleného hrášku aj kyselinu kávovú a vanilovú. **Luthria a Pastor-Corrales (2006)** potvrdili prítomnosť kyseliny ferulovej, p-kumárovej a sinapovej v pätnástich odrodách suchej fazule. V dvoch odrodách bola v merateľnom množstve detegovaná aj kyselina kávová. Celkový obsah fenolických kyselín sa pohyboval v rozmedzí 191 až 483 mg.kg⁻¹ suchej vzorky. Najvyššie zastúpenie vo všetkých vzorkách mala kyselina ferulová. Dominantné postavenie kyseliny ferulovej v súbore suchých semien strukovín potvrdili aj iní autori (**Amarowicz a Pegg 2008; Kalogeropoulos et al., 2010**). Antioxidačnými zložkami sóje, sójovej múky a sójových bielkovinových koncentrátov sú, okrem izoflavónov, deriváty kyseliny škoricovej. **Schmidt et al. (2003)** uvádzajú, že metanolickej extrakt odtučnenej sójovej múky obsahuje 45 mg.kg⁻¹ voľných a 161 mg.kg⁻¹ esterovo viazaných fenolických kyselín. V sóji bola identifikovaná kyselina chlorogénová, izochlorogénová, kávová a sinapová.

2. Flavonoidy v strukovinách

Flavonoidy sú významnou samostatnou skupinou polyfenolických látok nachádzajúcich sa v potravinách. Tvoria jednu z najpočetnejších skupín rastlinných pätnásťuhlíkových polyfenolických látok s formálnym zložením C₆-C₃-C₆ (Obr. 1). Vo svojej molekule obsahujú dve benzénové jadrá (A, B) spojené trojuhlíkovým reťazcom, ktorý je kondenzovaný do formy pyrónu (kruh C). Podľa pripojenia kruhu B na heterocyklické jadro sa fenolické látky nazývajú flavonoidy (C₂ pozícia) a izoflavóny (C₃ pozícia) (**Beecher, 2003**).



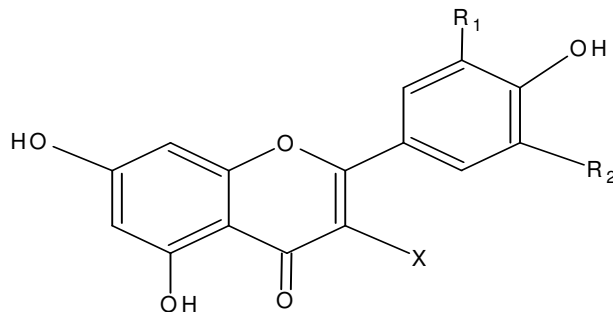
Obrázok 1 Chemická štruktúra flavonoidov

Flavonoidy tvoria štruktúrne heterogénny súbor látok, ktorý sa delí podľa miery substitúcie hydroxylových skupín a stupňa oxidácie heterocyklu do 6 tried: flavonoly, flavóny, flavanóny, flavanoly, antokyaniidny a izoflavóny (Bravo, 1998). Niektorí autori (**Dávidek, 1983; Hagerman et al., 1998**) uvádzajú aj ďalšie triedy - leukoantokyaniidny a flavanonoly, ktoré sú však pre ich menší výskyt v rastlinných materiáloch menej významné.

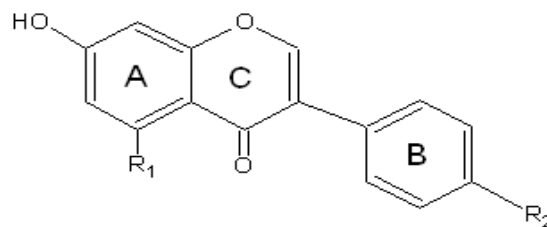
2.1. Flavóny a flavonoly

Flavóny a flavonoly tvoria významnú skupinu flavonoidných látok. V rastlinných materiáloch sa ako

aglykóny vyskytujú zriedkavo, rozšírenejšie sú v glykozidovej forme, so sacharidom viazaným v polohe C₃, resp. v polohe C₇. Flavonoly a flavóny majú podobnú štruktúru kruhu C s dvojitou väzbou medzi C₂ a C₃. Flavóny, na rozdiel od flavonolov, nemajú v pozícii C₃ hydroxylovú skupinu (Obr. 2).



Flavonoly: X = OH, Flavóny: X = H, kemferol R₁ = H, R₂ = H, apigenín R₁ = H, R₂ = H, kvercetín R₁ = OH, R₂ = H, luteolín R₁ = OH, R₂ = H



daidzeín R₁ = H, R₂ = OH, genisteín R₁ = OH, R₂ = OH

Obrázok 2 Chemická štruktúra flavónov a flavonolov

Flavonoly a flavóny sú nerovnomerne distribuované prevažne v povrchových vrstvách plodov, pretože ich biosyntéza je stimulovaná svetlom (**Aherna et al., 2002**). Rozdiely v koncentrácii flavonolov sú podmienené intenzitou slnečného žiarenia medzi jednotlivými kusmi ovocia z toho istého stromu, ako aj v plode samotnom (**Manach et al., 2004**). Flavonoly sú flavonoidy, ktoré sú stravou prijímané v najväčšej miere. Hlavnými predstaviteľmi tejto skupiny látok sú kemferol (3,5,7,4'-tetrahydroxyflavón), kvercetín (3,5,7,3',4'-pentahydroxyflavón) a myricetín (3,5,7,3',4',5'-hexahydroxyflavón). V rastlinách sú prítomné ako glykozidy, pričom sacharidovou zložkou je glukóza, ramnóza, ale aj galaktóza, arabinóza, xylóza alebo kyselina glukurónová. Z tejto skupiny látok je nutrične hodnotný rutín (kvercetín-3-β-rutinozid) (**Kreft et al., 1994**), ktorý je bohato zastúpený v pohánke, ľaskavci a ovocí s vysokým obsahom vitamínu C. Vyniká nielen svojimi antioxidačnými účinkami, ale aj schopnosťou znižovať fragilitu (lámavosť) kapilárnych vlásočníc. Flavóny sú menej bežné flavonoidné látky ako flavonoly. Najbežnejšími flavónmi sú luteolín (5,7,3',4'-tetrahydroxyflavón) a apigenín (5,7,4'-trihydroxyflavón). Flavóny boli identifikované v jedlých rastlinných zdrojoch a medzi najbohatšie zdroje patria zeler a petržlen (**Justesen et al., 1998**).

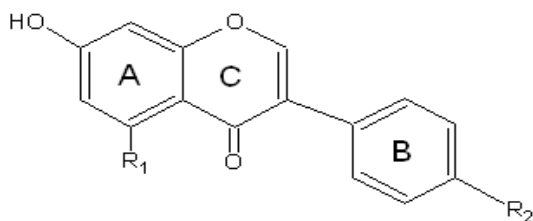
Z flavonolov sa v strukovinách vyskytuje kvercetín a kemferol, z flavónov je to apigenín. **Hempel a Bohm**

(1996) skúmali skladbu fenolických látok v šiestich variantoch žltej a zelenej fazule. Najzastúpenejšími flavonoidmi boli flavonoly kvercetín (19,1 – 183,5 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty) a kemferol (5,6 – 14,8 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty). **Price et al. (1998)** stanovili v štyroch variantoch zelenej fazule podstatne nižšie obsahy kvercetínu (1,0 – 2,0 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty) a kemferolu (0,3 – 0,7 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty) a súčasne zistili, že varením sa vylúhovalo 8,8 – 24,4 % stanovovaných flavonoidov. Podľa **Ewolda et al. (1999)** blanšírovaná fazuľka obsahuje 13 mg kvercetínu a 2,4 mg kemferolu na kg jedlého podielu, a blanšírovaný hrášok iba 1,5 mg kvercetínu na kg jedlého podielu. Kemferol nebol detegovaný vo vzorkách hrášku. Ďalej zistili, že tepelná úprava (klasické varenie, varenie v mikrovlnnom prostredí) nemá vplyv na obsah flavonolov hrášku a fazuľky.

V oblasti analýzy potravín boli vypracované rôzne metódy stanovenia rôznych typov fenolických látok, ktoré ale nezahŕňajú kvantifikáciu niektorých flavonoidov. Z tohto dôvodu **Justesen et al. (1998)** vyvinula HPLC DAD metódu stanovenia flavónov a flavonolov v potravinách. V súbore vzoriek ovocia a zeleniny z obchodnej siete bolo zistené majoritné postavenie kvercetínu a kemferolu (v menšej miere ako kvercetín). V zelenej fazuli bol detegovaný iba kvercetín v množstve 16 mg.kg⁻¹ čerstvej hmoty. Flavóny luteolín a apigenín boli prítomné iba v zeleri, sladkej paprike (iba luteolín) a petržlene (iba apigenín). **Duenas et al. (2004)** prezentovali prítomnosť glykozidov luteolínu, kvercetínu i apigenínu v osemeni odrôd hrachu. **Troszyńska et al. (2002)** separovali 5 frakcií z acetónového extraktu hrachových semien s cieľom určiť flavonoidy zodpovedné za antioxidačnú aktivitu semien hrachu. Použitím metódy HPLC boli identifikované glykozidy apigenínu, kemferolu a kvercetínu. Prítomnosť kvercetínu a kemferolu bola zistená aj po kyslej hydrolýze semien iných typov strukovín bohatých na polyfenoly (**Troszyńska et al., 2006**).

2.2. Izoflavóny

Izoflavóny sú látky štruktúrne analogické s endogénnymi estrogénmi človeka. Bežne sa zaraďujú medzi fytoestrogény. Vyznačujú sa preventívnym pôsobením proti niektorým druhom onkologických ochorení.



daidzeín R₁ = H, R₂ = OH, genisteín R₁ = OH, R₂ = OH
Obrázok 3 Chemická štruktúra izoflavónov

Prítomnosť izoflavónov v rastlinnej ríši je limitovaná na čeľade *Fabaceae* a *Viciaceae*. Ich najbohatším zdrojom

je sója fazuľová (*Glycine max* L.). V menšej miere sa nachádzajú aj v rastlinách čeľade laskavcovité (*Amaranthaceae*), kosatcovité (*Iridaceae*), morušovníkovité (*Moraceae*) a ružovité (*Rosaceae*) (**Velíšek, 1991**). Izoflavóny ako konštitučné látky rastlín plnia funkciu v obrannom systéme a ich obsah sa zvyšuje následkom pôsobenia stresu.

Základná štruktúra izoflavónov sa od iných skupín flavonoidov líši polohou benzénového jadra (B-kruh) v pozícii C₃ heterocyklického kruhu (Obr. 3). V prírode sa nachádzajú voľné alebo O-glykozidicky viazané, kde tvoria aglykónovú časť. Izoflavóny sú polohové izoméry častejšie sa vyskytujúcich flavónov. V sójových bôboch sa nachádzajú izoflavóny daidzeín (7,4'-dihydroxyizoflavón), genisteín (5,7,4'-trihydroxyizoflavón), glyciteín (7,4'-dihydroxy-6-metoxizoflavón) a ich 7-β-glykozidy: daidzín, genistín, glycitín (**Wang et al., 1990**). Formononetín a biochanín A sú hlavnými izoflavónmi d'ateliny (**Franke et al., 1994**). Glykozidové jednotky môžu byť esterifikované acetylovou alebo malonylovou skupinou.

Franke et al. (1998) použili metódu HPLC na stanovenie obsahu izoflavónov v sójových produktoch a stanovili pomer daidzeín : genisteín : glyciteín (1 : 1 : 0,2). **Padjaitan et al. (2000)** stanovovali obsahy genisteínu a genistínu v 13 variantoch sóje. Variant s najvyšším obsahom genisteínu (19 mg.kg⁻¹) a genistínu (420 mg.kg⁻¹) bol podrobený vylúhovaniu kyselinou, alkoholom a horúcou vodou. Najväčší úbytok izoflavónov bol pozorovaný po vylúhovaní alkoholom (91,2 %), podstatne nižší bol pri použití vody (24,2 %) a najnižší pri vylúhovaní kyselinou (20,3 %). Sójový proteín izolovaný extrakciou etanolom obsahuje asi 50 % z pôvodného obsahu izoflavónov (**Wang, Murphy, 1994 b**). Obsah izoflavónov v semenách hrachu sledovali aj **Lapčík et al. (1999)**. V hrachu boli stanovené obsahy daidzeínu, formononetínu, izoformononetínu a prunetínu, pričom ich obsahy sa pohybovali v rozmedzí od niekoľkých nanogramov až po miligramy na gram suchej hmoty. **Mikelová et al. (2004)** zisťovali obsah izoflavónov v rôznych častiach sóje. Najvyššie zastúpenie mali glykozylované izoflavóny, daidzín a genistín, v semenách a koreňoch sóje. V ostatných častiach rastliny, ako je struk, listy, stonka, bola ich koncentrácia o 40 - 80 % nižšia. **Franke et al. (1994)** zisťovali celkový obsah izoflavónov v rôznych strukovinách a d'ateline. Vzorky boli podrobené kyslej hydrolýze. Vysoký obsah daidzeínu a genisteínu potvrdili v sóji a čiernej fazuli, zatiaľ čo d'atelina bola bohatá na kumesterol a formononetín. Obsah genisteínu a daidzeínu v strukoch čerstvej fazuľky bol pod hranicu detekcie.

Obsah izoflavónov v sójových semenách výrazne kolíše. Sójové semená obsahujú 580 - 3800 mg.kg⁻¹ izoflavónov v závislosti od odrody. Sójový nápoj obsahuje 30 - 175 mg.dm⁻³ izoflavónov. Podľa **Wanga et al. (1990)** sa v sóji nachádza 314 mg.kg⁻¹ daidzeínu a 430 mg.kg⁻¹ genisteínu, zatiaľ čo **Franke et al. (1994)** udávajú obsah daidzeínu v rozmedzí 676,4 - 1006,5 mg.kg⁻¹ a genisteínu 940,2 - 1382,4 mg.kg⁻¹. Podľa **Fukutakeho et al. (1996)** obsah genisteínu v sóji je 200,6 - 968,1 mg.kg⁻¹, v sójovom nápoji 94,1 - 133,1 mg.kg⁻¹ genisteínu a tofú obsahuje 137,7 mg.kg⁻¹ genisteínu. Obsah genisteínu izolovaného z odtučnenej sójovej múky stanovili **Kováčová et al. (2003)** v rozmedzí 21 - 350 mg.kg⁻¹, daidzeínu 20 - 270 mg.kg⁻¹.

Nakamura et al. (2000) stanovili obsahy troch izoflavónov (daidzeín, genisteín, glyciteín) a ich 7- β -glykozidov (daidzín, genistín, glycitín) v 11 odrodách sóje a 12 výrodkoch zo sóje. Zistili, že obsah izoflavónov závisí od odrody a krajiny pôvodu sóje. K podobným záverom došli aj **Wang a Murphy (1994 a)**, ktorí porovnávali skladbu izoflavónov a ich glykozylovaných foriem v japonských a amerických odrodách sóje. Zistili, že dominantnými zložkami rôznych odrôd sóje sú 6'-O-malonyldaidzín, daidzín a 6'-O-malonylgenistín, genistín, pričom japonské odrody vykázali vyšší pomer 6'-O-malonyl izoflavónov ku glykozidovaným formám ako americké odrody. **Wang a Murphy (1994 b)** uvádzajú, že malonylizoflavóny pôsobia ako antioxidanty počas skladovania pri teplote 37 °C. Sójové semená z Japonska a USA mali rovnaký obsah daidzeínu, ale až 27 %-ný rozdiel v obsahu genisteínu. Variabilita obsahu izoflavónov v sóji pravdepodobne závisí nielen od odrody, lokality pestovania plodiny, ale aj od klimatických podmienok počas vegetácie a ročníka zberu úrody. Z výsledkov ďalej vyplýva, že rok zberu má väčší vplyv na obsah izoflavónov ako lokalita (**Wang, Murphy, 1994 a**). Obsah izoflavónov do veľkej miery závisí aj od technologického spracovania sóje. Varením sa obsah daidzeínu a genisteínu nemení, ale praženie sójových bôbov vyvoláva straty okolo 15 % (daidzeín) až 21 % (genisteín). Pražením sa zvyšuje obsah acetylovaných izoflavónov (**Watanabe et al., 2002**) z dôvodu dekarboxylácie malonylových zvyškov. Zmrazením sójových semien klesol obsah izoflavónov o 20 - 30 % v porovnaní s čerstvými vzorkami. Skladovanie surových semien spôsobilo stratu až 75 % izoflavónov (**Moravcová, Kleinová, 2002**). Výroba tofu nemá vplyv na koncentráciu izoflavónov, ale výroba sójových párkov a tofu jogurtu zníži obsah izoflavónov až desaťnásobne (**Franke et al., 1994**). **Jeong a Hong (1997)** sledovali zmenu obsahu a antioxidačných vlastností izoflavónov pri výrobe fermentovanej sójovej pasty. Počas procesu fermentácie sa výrazne menil obsah genisteínu, pričom radikálne zníženie nastalo v počiatočnom stupni fermentácie. Podobný trend v zmene obsahu izoflavónov pri výrobe fermentovaných produktov sóje - miso a natto - zaznamenali aj **Fukutake et al. (1996)**. Zvýšenie hladiny obsahu genisteínu počas fermentácie naznačuje dekonjugáciu genistínu mikroorganizmami. Vysoká oxidačná stabilita fermentovanej sóje sa pripisuje práve prítomnosti aglykónov (**Schmidt et al., 2002**).

3. Triesloviny

V súčasnosti sa triesloviny uvádzajú aj pod názvom taníny. Z chemického hľadiska sú to látky nejednotného zloženia. Na základe ich štruktúry a odolnosti voči kyslej hydrolyze sa rozdeľujú na hydrolyzovateľné taníny a kondenzované taníny (**King, Young, 1999**). Hoci sú hydrolyzovateľné taníny pomerne rozšírené v plodinách, je im venovaná malá pozornosť z hľadiska ich účinkov na ľudské zdravie. Kondenzované taníny (proantokyaniďny) sú v rastlinách početnejšie distribuované v porovnaní s hydrolyzovateľnými tanínmi. Pôsobením kyselín sa nehydrolyzujú, ale tvoria

červenohnedé kondenzačné produkty, tzv. flobafén (**Takácsová, Príbela, 1991**). Hlavnými zložkami tejto skupiny polyfenolov sú optické antipódy [epi]katechíny. V rastlinných materiáloch sa nachádzajú v polymérnej forme.

Strukoviny sú bohatým zdrojom polyfenolických látok. **Xiaofang-Wang et al. (1998)** stanovovali obsah celkových polyfenolov a kondenzovaných tanínov v 17 vzorkách hrachu pestovaného v západnej Kanade. Stanovené obsahy celkových tanínov, vyjadrené ako katechín ekvivalent, sa pohybovali v rozmedzí 162 - 325 mg.kg⁻¹ suchej hmoty. Kondenzované taníny boli na úrovni stopových množstiev. **Barampama a Smirad (1993)** analyzovali štyri odrody suchej fazule zo štyroch rôznych lokalít Burundi, pričom potvrdili vzťah medzi obsahmi nutrientov a polyfenolických látok, vplyv odrody, ako aj lokality na obsah polyfenolov v semenách fazule. Stanovený obsah polyfenolov vyjadrený ako katechín bol 14,99 g.kg⁻¹. **Truchlinski a Sembratowicz (1996)** stanovovali hodnoty tanínu v rôznych druhoch strukovín. Obsah tanínov sa pohyboval v rozmedzí 1,83 - 8,78 g.kg⁻¹ suchej hmoty v šošovici, 4,82 g.kg⁻¹ suchej hmoty v sóji a 5,61 g.kg⁻¹ suchej hmoty v bôbe. **Amarowitz et al. (2000)** stanovovali obsah kondenzovaných tanínov v hrachu a bôbe po extrakcii 70 % vodným roztokom acetónu. Stanovený obsah celkových polyfenolov v tanínových extraktoch bol 10 - 405 g katechínu na kg extraktu. **Chavan et al. (2001)** testovali rôzne rozpúšťadlá pre extrakciu tanínov zo semien hrachu. Ako rozpúšťadlá boli použité čistá destilovaná voda, resp. destilovaná voda s prídavkom HCl, 70 - 100 % metanol, resp. acidifikovaný metanol, 70 - 100 % acetón, resp. acidifikovaný acetón. Kondenzované taníny boli analyzované kolorimetricky a ich priemerná stanovená koncentrácia po extrakcii acidifikovaným acetónom bola 1,09 g.kg⁻¹. Najvyššie výťažky polyfenolov v acetónových extraktoch potvrdili aj iní autori. **Bilbao a Ledesma (2000)** analyzovali 8 vzoriek strukovín (rôzne odrody hrachu a fazule) na obsah tanínov. Stanovené obsahy sa pohybovali v rozmedzí 32 - 130 mg.kg⁻¹.

Vysoký obsah tanínov znižuje nutričnú kvalitu potravy a môže pôsobiť antinutrične. Taníny, ako antinutričné faktory, nemajú priamy toxický vplyv na organizmus, ale negatívne sa uplatňujú pri trávení bielkovín. Tvorba komplexu tanín - proteín vedie k inaktivácii tráviacich enzýmov a nerozpustnosti bielkovín, čím sa znižuje ich stráviteľnosť (**Chung et al., 1998**). K ďalším antinutričným účinkom tanínov sa zaraďuje aj zníženie absorpcie železa, glukózy a vitamínu B₁₂ (**Benešová et al., 1996**). Niektorým potravinám dodávajú taníny trpkú a adstringentnú chuť. V dôsledku ich reakcie s kovmi, a následnej tvorby zákalov a nežiadúcich farebných zmien, sa zhoršuje aj senzoričná hodnota potravín.

Ak je obsah polyfenolických látok v strukovinách príliš vysoký, redukuje sa rôznymi spôsobmi (extrakcia, namáčanie, fermentácia, pôsobenie chemikálií a kombinácia týchto procesov). **Mbithi - Mwiky et al. (2002)** navrhli klíčenie semien ako spôsob zlepšenia nutričnej kvality strukovín. Hodnoty antinutričných látok určovali každých 12 hodín po dobu 96 hodín v semenách fazule naklíčenej pri 30 °C. Vplyvom klíčenia sa obsah tanínov znížil na nedetekovateľné množstvá. **Davídek (1995)** zaznamenal pokles obsahu tanínu naklíčením semien strukovín po 7

dňoch o 30 %. Taníny sú odolné voči teplu a tepelným spracovaním sa ich účinok znižuje len málo (**Liener, 1994**). **Troszyńska a Ciska (2002)** sledovali vlastnosti tanínov po termickej úprave a potvrdili vysokú termostabilitu kondenzovaných tanínov prítomných v semenách farebného hrachu. **Alonso et al. (1998)** sledovali vplyv varu pri zvýšenom tlaku na obsah kondenzovaných tanínov a antinutričných látok v rôznych odrodách hrachu. V porovnaní s konvenčnými termickými metódami je tento spôsob oveľa efektívnejší pri redukcii obsahov antinutričných látok v semenách hrachu. **Saraj a Amin (1994)** sledovali vplyv namáčania, klíčenia, opekania a mletia na obsah polyfenolov v štyroch potravinách pripravených z cícera a fazule. Obsah celkových polyfenolov sa pohyboval v rozmedzí 16,85 – 27,05 mg.kg⁻¹ a vplyvom spracovania sa ich obsah redukoval na 43,5 až 51 % pôvodného obsahu. **Bilbao a Ladesma (2000)** sledovali zmeny koncentrácie antinutričných látok v hrachu a fazuli počas uskladnenia pri laboratórnej teplote. Obsah tanínov sa zredukoval na 64 - 70 % pôvodného obsahu.

Okrem negatívnych antinutričných účinkov vykazujú polyfenoly aj celý rad pozitívnych účinkov, najmä antibakteriálny, antitumorový a antimutagénny účinok, ktorý je spájaný s vysokou antioxidantnou aktivitou tanínov (**Chung et al., 1998**). **Hagerman et al. (1998)** uvádzajú, že taníny sú niekoľkonásobne (15 až 30 krát) účinnejšie v zhášaní peroxidových radikálov ako štruktúrne jednoduché fenolické látky. **Tsuda et al. (1994)** skúmali antioxidantnú aktivitu 35 odrôd jedlých fazúl. Červené a čierne odrody boli značne aktívne, zatiaľ čo biele odrody fazule vykázali veľmi nízku antioxidantnú aktivitu. V osemení fazúl boli identifikované antokyaníny, ktoré boli pravdepodobne zodpovedné za antioxidantné vlastnosti farebných odrôd. K zhodným výsledkom dospeli aj **Amarowicz et al. (1996)**. Vysokú antioxidantnú aktivitu stanovili v extraktoch z farebných druhov strukovín (hrach, peluška, hrachor, šošovica), zatiaľ čo biela fazuľa mala jednoznačne nízku aktivitu. V súlade s dosiahnutými výsledkami **Amarowicz et al. (1996)** skonštatovali, že antioxidantné zložky sú prítomné prevažne vo vonkajších vrstvách semien. Aj rozdiely v obsahu tanínov medzi odrodami súvisia s farbou vonkajšej vrstvy strukoviny. Biele odrody strukovín majú zvyčajne nižšiu koncentráciu tanínov ako tie isté druhy s farebnou obalovou vrstvou (**Díaz et al., 2010**).

Troszyńska a Ciska (2002) stanovovali obsah kondenzovaných tanínov v obaloch semien bielych a farebných variantov hrachu. Obsah kondenzovaných tanínov vyjadrený ako katechín bol 15,6 g v kg suchej hmoty farebného hrachu, zatiaľ čo v semenách bieleho hrachu boli na nedetekovateľnej úrovni. **Troszyńska et al. (2002)** sa domnievajú, že práve taníny prítomné v obaloch semien sú zodpovedné za preukázané antioxidantné vlastnosti strukovín. **Turkmen et al. (2005)** sledovali zmeny obsahu celkových polyfenolov, prepočítané na kyselinu galovú, a antioxidantnej aktivity pri rôznych tradičných tepelných úpravách čerstvého hrachu a zelenej fazule. Tepelnou kulinárskou úpravou sa antioxidantná aktivita v prípade hrášku významne nemení, ale fazuľka vykázala zvýšenie antioxidantných

vlastností nezávisle od spôsobu tepelného spracovania. Ďalej sa zistili preukázateľné rozdiely v obsahu polyfenolov v oboch strukovinách. Stanovené vyššie koncentrácie polyfenolov vo varenej fazuľke (40,52 – 46,33 mg.kg⁻¹ sušiny) v porovnaní s obsahom v čerstvej vzorke (35,53 mg.kg⁻¹ sušiny) môžu byť vysvetlené uvoľňovaním viazaných foriem fenolických zložiek v dôsledku tepelného účinku. V prípade hrášku (18,33 mg.kg⁻¹ sušiny) nastala po uvarení redukcia obsahu fenolických látok. **Xu a Chang (2008)** odporúčajú prípravu strukovín v pare nielen z dôvodu ochrany ich antioxidantných komponentov, ale aj skrátenia doby varenia. Štúdie ďalej ukazujú (**Barampama, Smirad, 1998; Boateng et al., 2008**), že strukoviny s tmavým farebným osemením majú po tepelnej úprave pražením relatívne vyšší obsah polyfenolov v porovnaní so svetlými strukovinami, v ktorých bol zaznamenaný pokles hladiny polyfenolov i antioxidantnej aktivity po pražení bobúľ.

Obalové vrstvy strukovín majú dôležitú úlohu v obrannom systéme semien, ktoré sú vystavené oxidačnému poškodeniu kyslíkom, UV žiarením alebo inými environmentálnymi faktormi. **Orsák et al. (2000)** sledovali zmeny celkového obsahu polyfenolov v semenách hrachu, naklíčených semenách hrachu a v jednotlivých vegetačných štádiách rastliny pôsobením UV-A žiarenia a γ -žiarenia. Počas klíčenia semien hrachu sa zvyšoval obsah celkových polyfenolov. Bola tiež preukázaná štatistická závislosť obsahu celkových polyfenolov od rastových fáz rastliny (nárast obsahu polyfenolov) a dávky UV-A žiarenia (nárast obsahu polyfenolov) a γ -žiarenia (pokles obsahu polyfenolov). **Sutivisedsak et al. (2010)** testovali vplyv mikrovlnného žiarenia na extrakciu polyfenolov fazule a zistili štatisticky preukázateľne vyšší podiel polyfenolov v extrakte v porovnaní s konvenčným spôsobom extrakcie uskutočneným za rovnakých extrakčných podmienok (výber extrakčného činidla, teplota extrakcie). Polyfenolické látky v semenách majú dôležitú úlohu aj pri kontrole dormancie a klíčenia i pri mechanizme prístupu kyslíka k embryu. Oxidáciou sekundárnych metabolitov polyfenoloxidázami sa redukuje zásobovanie embrya kyslíkom, pričom inhibičný účinok sa zvyšuje s teplotou. **Lachman et al. (1997, 1999)** sledovali zmeny obsahu polyfenolov v semenách hrachu po teste urýchleného stárnutia. Stresové ošetrovanie hrachu zvýšenou vlhkosťou a teplotou spôsobilo preukázateľné zvýšenie obsahu celkových polyfenolov.

ZÁVER

Polyfenoly síce nie sú vo všeobecnosti považované za látky s nutričnou hodnotou, ale záujem o ne rastie vzhľadom na ich priaznivé účinky na ľudské zdravie. Polyfenolové látky patria medzi zložky potravín s účinným antioxidantným pôsobením, čo môže byť jednou z ciest prevencie moderných civilizačných ochorení našej populácie. Medzi najbohatšie zdroje týchto látok, po ovocí a zelenine, patria aj strukoviny. V jednotlivých strukovinách sa nachádza široká škála fenolových zlúčenín. Prítomnosť fenolických kyselín, flavónov a flavonolov je charakteristická pre hrach a fazuľu, zatiaľ čo sója sa vyznačuje vysokým obsahom izoflavónov, patriacich do skupiny tzv. fytoestrogénov. Strukoviny, predovšetkým obalové vrstvy, obsahujú vysoký podiel polymerizovaných polyfenolov, tzv. tanínov, ktoré sa vyznačujú antioxidantnými a antimikrobiálnymi účinkami. Na druhej strane, vysoký obsah tanínov môže znižovať

nutričnú kvalitu strukoviny a môže pôsobiť antinutrične. Kulinárskymi a technologickými procesmi je však možné dosiahnuť efektívne zníženie obsahu týchto látok. Poznatky o obsahu jednotlivých fenolických látok v semenách strukovín nie sú úplne skompletizované a výsledky sú medzi literárnymi prameňmi variabilné. Určenie množstva polyfenolov je do určitej miery komplikované, pretože zmenu obsahu flavonoidov a fenolových kyselín do značnej miery indukujú pedoklimatické podmienky, ale i technologické spracovanie a skladovanie a rad ďalších faktorov, a tiež nedostatok štandardizovaných metód kvantifikácie.

V súčasnej dobe, keď existujú v ľudskej výžive vážne disproporcie v dôsledku zmeny životného štýlu a životnej úrovne obyvateľstva., je žiadúce zmeniť nesprávne stravovacie návyky smerom k zdravému životnému štýlu. Väčšie zastúpenie strukovín vo výžive znamená nielen racionálne využitie zdroja hodnotných a nevyhnutných živín, ale aj zabezpečenie nezanedbateľného príjmu polyfenolických látok potravou.

LITERATÚRA

- AHERNA, S. A., BRIEN, N. M. 2002. Dietary flavonols: chemistry, food content, and metabolism. In *J. Nutrition*, vol. 18, 2002, no. 1, p. 75-81.
- ALONSO, R., ORUE, E., MARZO, F. 1998. Effect of extrusion and conventional processing methods on protein and antinutritional factor contents in pea seeds. In *Food Chemistry*, 63, 1998, no. 4, p. 505-512.
- AMAROWICZ, R., TROSZYŃSKA, A., KARAMAĆ, M., KOZŁOWSKA, H. 1996. In: TROSZYŃSKA, A., ESTERELLA, I., LOPEZAMORES, L., HERNANDEZ, T. 2002. Antioxidants activity of pea seed coat acetone extract. In *Lebensmittel, Wissenschaft und Technologie*, vol. 35, 2002, no. 2, p. 158-154.
- AMAROWICZ, R., NACZK, M., SHAHIDI, F. 2000. Antioxidant activity of condensed tannins of beach pea, canola hulls, evening primrose and faba bean. In *Journal of Food Lipids*, vol. 7, 2000, no. 3, p. 195-205.
- AMAROWICZ, R., PEGG R. B. 2008. Legumes as a source of natural antioxidants. In *European Journal of Lipid Science and Technology*, vol. 11, 2008, no. 8, p. 865-878.
- BARAMPAMA, Z., SIMARD, R.E. 1993. Nutrient composition, protein quality and antinutritional factors of some varieties of dry beans grown in Burundi. In *Food Chemistry*, 47, 1993, no. 2, p. 159-167.
- BEECHER, G. R. 2003. Overview of dietary flavonoids: nomenclature, occurrence and intake. In *Journal of Nutrition*, vol. 133, 2003, p. 3248S-3254S.
- BENEŠOVÁ, L. 1996. In *Potravinářství* 94. Praha : ÚZPI, 1996. 157 p.
- BILBAO, T., LADESMA, L. 2000. Antinutritional factors and toxic substances in legumes for human consumption. In *Alimentaria*, 313, 2000, p. 75-77.
- BOATENG, J., VERGHESE, M., WALKER, L. T., OGUTU, S. 2008. Effect of processing on antioxidant contents in selected dry beans (*Phaseolus* spp. L.). In *LWT - Food Science and Technology*, vol. 41, 2008, p. 1541-1547.
- BRAVO, L. 1998. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. In *Nutr. Rev.*, vol. 56, 1998, no. 11, p. 317-333.
- DAVÍDEK, J. 1995. Natural toxic compounds of foods. London, Tokyo : CRC Press, Boca Raton, Ann Arbor, 1995. 268 p.
- DAVIDEK, J. 1983. Chemie potravin. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 1983. 632 p.
- DÍAZ, A. M., CALDAS, G. V., BLAIR, M. W. 2010. Concentrations of condensed tannins and anthocyanins in common bean seed coats. In *Food Research International*, vol. 43, 2010, p. 595-601.
- DUENAS, M., ESTRELLA, I., HERNANDEZ, T. 2004. Occurrence of phenolic compounds in the seed coat and the cotyledon of peas (*Pisum sativum* L.). In *European Food Research and Technology*, vol. 219, 2004, no. 2, p. 116 – 123.
- EWALD, C., FJELKNER-MODIG, S., JOHANSSON, K., SJÖHOLM, I., ÅKESSON, B. 1999. Effect of processing on major flavonoids in processed onions, green beans, and peas. In *Food Chemistry*, 64, 1999, p. 231-235.
- FRANKE, A. A., CUSTER, L. J., CERNA, C. M., NARALA, K. K. 1994. Quantitation of phytoestrogens in legumes by HPLC. In *J. Agric. Food. Chem.*, vol. 42, 1994, p. 1905-1913.
- FRANKE, A. A., CUSTER, L. J., WANG, W., SHI, C. Y. 1998. HPLC analysis of isoflavonoids and other phenolic agents from food and from human fluids. In *Proceeding of the Society for Experimental Biology and Medicine*, vol. 217, 1998, no.3, p. 263-273.
- FUKUTAKE, M., TAKAHASHI, M., ISHIDA, K., KAWAMURA, H., SUGIMURA, T., WAKABAYASHI, K. 1996. Quantification of Genistein and Genistin in Soybeans and Soybean Products. In *Food and Chemical Toxicology*, vol. 34, 1996, p. 457-461.
- HAGERMAN, A. E., RIEDL, K. M., JONES, A., SOVIK, K. N., RITCHARD, N. T., HARTZFELD, P. W., RIECHEL, T. L. 1998. In: TROSZYŃSKA, A., CISKA, E. 2002. Phenolic compounds of seed coats of white and colored varieties of pea and their total antioxidant activity. In *Czech Journal of Food Science*, vol. 20, 2002, no. 1, p. 15-22.
- HEMPEL, J., BOHM, H. 1996. Quality and quantity of prevailing flavonoid glycosides of yellow and green French bean. In *J. Agric. Food Chemistry*, vol. 44, 1996, no. 8, p. 2114- 2116.
- CHAVAN, U. D., SHAHIDI, F., NACZK, M. 2001. Extraction of condensed tannins from beach pea as affected by different solvents. In *Food Chemistry*, vol. 75, 2001, no. 4, p. 509-512.
- CHRENKOVÁ M., ČEREŠŇÁKOVÁ, Z., SOMMER, A., NITRAYOVÁ, S. 2003. Strukoviny vo výžive ľudí. Konferencia s medzinárodnou účasťou: *Výživa a potraviny pre tretie tisícročie „Funkčné potraviny“*, SPU : Nitra, p. 144-146.
- CHUNG, K. T., WONG, T. Y., WEI, C. I., HUANG, Y. W., LIN, Y. 1998. Tannins and human health: a review. In *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 38, 1998, no. 6, p. 421-464.
- JEONG, S. L., HONG, S. CH. 1997. Composition and antioxidative characteristic of phenolic fraction isolated from soybean fermented food. In *Journal of the Korean Society of Food Science and Nutrition*, vol. 26, 1997, no.3, p. 383-389.
- JUSTESEN, U., KNUTHSEN, P., LETH, T. 1998. Quantitative analysis of flavonols, flavones, and flavanones in fruits, vegetables and beverages by high performance liquid chromatography with photo-diode array and mass spectrometric detection. In *Journal of Chromatography A*, 799, 1998, p. 101-110.
- KALOGEROPOULOS, N., CHIOU, A., IOANNOU, M., KARATHANOS, T., HASSAPIDOU, M., ANDRIKOPOULLOS, N. K. 2010. Nutritional evaluation and

- bioactive microconstituents (phytosterols, tocopherols, polyphenols, triterpenic acids) in cooked dry legumes usually consumed in the Mediterranean countries. In *Food Chemistry*, vol. 121, 2010, p. 682–690.
- KING, A., YOUNG, G. 1999. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemical. In *J. Am. Diet. Assoc.*, vol. 2, 1999, p. 213-218.
- KOVÁČOVÁ, M., FODOROVÁ, M., TAKACSOVÁ, M., VOJTEKOVÁ, S. 2003. Štúdium antioxidačných účinkov izoflavónov sóje. In *Chemické listy*, vol. 97, 2003, no.8, p. 790.
- KREFT, I., BONAFACCIA, G., ZIGO, A. 1994. Secondary Metabolites of Buckwheat and their Importance in Human Nutrition. In *Prehrambeno-technol. Biotechnol.*, vol. 32, 1994, no. 4, p. 195-197.
- KUSNYER L. 1992. *Jedlá zo strukovín a sóje*. Osveta, Martin 1992. 201 p., ISBN 80-217-0244-3.
- LACHMAN, J., PIVEC, V., HOSNEDL, V. 1997. Changes in the content of polyphenols in barley grains and pea seeds after controlled accelerated ageing treatment. In *Scientia Agriculturae Bohemica*, vol. 28, 1997, no. 1, p. 17-30.
- LACHMAN, J., LAPČÍK, O., HOSNEDL, V., PROKINOVÁ, E., ORSÁK, M., PIVEC, V. 1999. Polyphenol and isoflavonoid levels in barley and pea seeds and seedlings influenced by their deterioration and *Epicoecum purpurascens* Ehrenb. ex Schlecht. elicitors. In *Scientia Agriculturae Bohemica*, vol. 30, 1999, no. 1, p. 1-13.
- LAPČÍK, O., HILL, M., ČERNÝ, I., LACHMAN, J., ALMAHARIK, N., ADLERCREUTZ, H. 1999. Immunoanalysis of isoflavonoids in *Pisum sativum* and *Vigna radiata*. In *Journal of Plant Science*, vol. 148, 1999, no. 2, p. 111-119.
- LIENER, I. E. 1994. Implications of antinutritional components in soybean foods. In *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 34, 1994, 1., p. 31-64.
- LUTHRIA, D. L., PASTOR-CORRALES, M. A. 2006. Phenolic acids content of fifteen dry edible bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. In *Journal of Food Composition and Analysis*, vol. 19, 2006, no. 2/3, p. 205-211.
- LIU, R. H. 2004. Potencial synergy of phytochemicals in cancer prevention: mechanism of action. In *Journal of Nutrition*, vol. 134, 2004, p. 3479S-3485S.
- MANACH, C., SCALBERT, A., MORAND, CH., RÉMÉSY, CH., JIMENÉZ, L. 2004. Polyphenols: food sources and bioavailability. In *American Journal of Clinical Nutrition*, vol. 79, 2004, no. 5, p. 727 – 747.
- MBITHI-MWIKVA, M. S., CAMP, J., RODRIGUEZ, R., HUYGHEBAERT, A. 2002. Effects of sprouting on nutrient and antinutrient composition of kidney beans. In *European Food Research and Technology*, vol. 212, 2002, no. 2, p. 188-191.
- MIKELOVÁ, R., KLEJDUS, B., ZEHNÁLEK, J., VACEK J., KIZEK, R. 2004. Chromatografické stanovení isoflavonu ve vegetativních a generativních částech rostlin sóje (*Glycine max.*). In *Biochemie*, vol. 14, 2004, no. 1, p. 13-15.
- MORAVCOVÁ, J., KLEINOVÁ, T. 2002. Fytoestrogeny ve výživě – přinášejí užitek nebo riziko? In *Chem. listy*, vol. 96, 2002, p. 282-289.
- NAKAMURA, Y., TSUI, S., TONOGAI, Y. 2000. Determination of the levels of isoflavonoids in soybean and soy-derived foods and estimation of isoflavonoids in the Japanese daily intake. In *Journal of AOAC International*, vol. 83, 2000, no. 3, p. 635-650.
- ORSÁK, M., LACHMAN, J., PIVEC, V. 2000. Effect of UV-A and gamma-irradiation on the polyphenol levels in barley and pea seeds, seedlings and plant. In *Scientia Agric. Bohemica*, vol. 31, 2000, p. 191-196.
- PADJAITAN, N., HETTIARACHCHY, N., JU, Z. U., CRANDALL, P., SNELLER, C., DOMBEK, D. 2000. Evaluation of genistin and genistein contents in soybean varieties and soyprotein concentrate prepared with three basic methods. In *Journal of Food Science*, vol. 65, 2000, no. 3, p. 399-402.
- PRICE, K. R., COLQUHOUN, I. J., BARNES, K. A., RHODES, M. J. C. 1998. Composition and content of flavonol glycosides in green beans and their fate during processing. In *J. Agric. Food Chem.*, vol. 46, 1998, no.12, p. 4898-4903.
- SAROJ, D., AMIN, CH. K. 1994. Some antinutritional factors and protein digestibility of home processes supplementary foods. Effect of domestic processing methods. In *International Journal of Tropical Agriculture*, vol. 12, 1994, no. 1/2, p. 148-157.
- SCHMIDT, Š., POKORNÝ, J., VAJDÁK, M., SEKRETÁR, S., GORDON, M. H. 2003. Oilseeds as a source of antioxidant. In *Bulletin of Food Research*, vol. 42, 2003, no. 3/4, p. 133-149.
- SUTIVISED SAK, N., CHENG, H. N., WILLETT, J. L., LESCH, W. C., TANGSRUD, R., BISWAS, A. 2010. Microwave-assisted extraction of phenolics from bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In *Food Research International*, vol. 43, 2010, p. 516-519.
- TAKÁCSOVÁ, M., PRÍBELA, A. 1991. *Chémia potravín*. Bratislava : STU, 1991. 235 p.
- TROSZYŃSKA, A., CISKA, E. 2002. Phenolic compounds of seed coats of white and coloured varieties of pea (*Pisum sativum* L.) and their total antioxidant activity. In *Czech J. Food Sci*, vol. 20, 2002, no. 1, p. 15-22.
- TROSZYŃSKA, A., ESTERELLA, I., LOPEZAMORES, L., HERNANDEZ, T. 2002. Antioxidants activity of pea seed coat acetone extract. In *Lebensmittel, Wissenschaft und Technologie*, vol. 35, 2002, no. 2, p. 154-158.
- TROSZYŃSKA, A., AMAROWICZ, R., LAMPARSKI, G., WOŁEJSZO, A., BARYŁKO-PIKIELNA, N. 2006. Investigation of astringency of extracts obtained from selected tannins-rich legume seeds. In *Food Quality and Preference*, vol. 17, 2006, p. 31-35.
- TRUCHLINSKI, J., SEMBRATOWICZ, I. 1996. Trypsin and tannin inhibitors content in the seeds of some new varieties of legume. In *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, vol. 29, 1996, no. 3, p. 303-307.
- TSUDA, T., OHSHIMA, K., KAWAKISHI, S., OSAWA, T. 1994. Antioxidative pigments isolated from the seeds of *Phaseolus vulgaris* L. In *J. Agric. Food Chemistry*, vol. 42, 1994, p. 248-251.
- TURKMEN, N., SARI, F., VELIOGLU, Y. S. 2005. The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables. In *Food Chemistry*, 93, 2005, p. 713-718.
- VELÍŠEK, J. 1999. *Chemie potravín 3. Tábor (Pelhřimov) : OSSIS*, 1999. 368 p., ISBN 80-902391-5-3.
- WANG, G., MURPHY, P. 1990. A simplified HPLC methods for the determination of phytoestrogens in soybean and its processed products. In *J. Agric. Food Chem.*, vol. 38, 1990, p. 185-190.
- WANG, H., MURPHY, P. 1994. Isoflavone Composition of American and Japanese Soybeans in Iowa: Effects of Variety,

Crop Year, and Location. In *J. Agric. Food Chem.*, vol. 42, 1994, p. 1674-1677.

WANG, H., MURPHY, P. 1994 b. Isoflavone Content in Commercial Soybean Foods. In *J. Agric. Food Chem.*, vol. 42, 1994, p. 1666-1673.

WATANABE, S., UESUGI, S., KIKUCHI, Y. 2002. Isoflavones for prevention of cancer, cardiovascular diseases, gynecological problems and possible immune potentiation. In *Biomedicine & Pharmacotherapy*, vol. 56, 2002, p. 302-312.

XIAOFANG-WANG, W., WARKENTIN, T. D., BRIGGS, C. J., OOMAH, B. D., CAMPBELL, C. G., WOODS, S. 1998. Total phenolics and condensed tannins in field pea and grass pea. In *Euphytica*, vol. 101, 1998, no. 1, p. 97-102.

XU, B., CHANG, S. K. C. 2008. Effect of soaking, boiling, and steaming on total phenolic content and antioxidant activities of cool season food legumes. In *Food Chemistry*, 110, 2008, p. 1-13.

Contact address:

Ing. Mária Timoracká PhD., Department of Chemistry, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak Agricultural University in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 94901 Nitra, e-mail: maria.timoracka@uniag.sk

doc. RNDr. Alena Vollmannová, PhD., Department of Chemistry, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak Agricultural University in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 94901 Nitra, e-mail: alena.vollmannová@uniag.sk

Ing. Judita Bystrická, PhD., Department of Chemistry, Faculty of Biotechnology and Food Sciences, Slovak Agricultural University in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 94901 Nitra, e-mail: judita.bystricka@centrum.sk