

## **Vplyv kulinárskej úpravy na obsah kyseliny listovej a biotínu v strukovinách**

EVA MACOVÁ - BERNADETTA KRKOŠKOVÁ

**SÚHRN.** Sledovali sa zmeny obsahu kyseliny listovej a biotínu pri tepelnom opracovaní vybraných druhov strukovín použitím imunodiagnostických metód. Formy viazané na proteín sa týmto postupom nestanovia. Sledoval sa účinok namáčania, blanšírovania a varenia. V strukovinách sa zistil pomerne vysoký obsah kyseliny listovej. Najvyšší obsah kyseliny listovej medzi surovými strukovinami sa zistil v sóji a v hrachu, nižší obsah sa zistil v odrodách fazule. Najnižší obsah kyseliny listovej bol zistený v šošovici. Stanovenie v strukovinách po rôznej úprave ukázalo čiastočný úbytok do namáčacej vody. Pri varení strukovín v namáčacej vode dochádza len k malým stratám folátov. Najväčší úbytok sa zistil pri aplikácii mikrovlnného ohrevu. Obsah biotínu sa blanšírovaním mení len v nepatrnej miere. Najšetrnejšou kuchynskou úpravou z hľadiska zachovania celkového obsahu kyseliny listovej i biotínu v pripravenom jedle sa javí varenie vopred namočených strukovín spolu s namáčacou vodou.

**KLÚČOVÉ SLOVÁ:** kyselina listová; biotín; ELISA-test; strukoviny

Kyselina listová (kyselina pteroylglutamová) je hlavným predstaviteľom skupiny príbuzných zlúčenín (pteroylpolyglutamátov, označovaných ako foláty), ktoré majú obdobný vitamínový účinok, ale odlišnú biologickú dostupnosť. Kyselina listová sa môže redukovať na zlúčeniny označované ako dihydrofoláty alebo tetrahydrofoláty. Strata biologickej aktivity nastáva v dôsledku oxidačného štiepenia, pričom ako hlavný oxidačný produkt vzniká *p*-aminobenzoylglutamát.

Kyselinu listovú objavila v roku 1931 v Indii doktorka Lucy Wills pri štúdiu anémie megaloblastického typu u tehotných žien. Kyselina listová sa aktívne podieľa na syntéze nukleoproteínov a proteínov, čím má významný podiel na prenose genetickej informácie v bunke. Kyselina listová a jej biologicky aktívne deriváty sú dôležité pri krvotvorbe, raste a reprodukcii bu-

---

Ing. Eva MACOVÁ, Ing. Bernadetta KRKOŠKOVÁ, CSc., Výskumný ústav potravinársky, Priemyselná 4, P. O. box 25, 824 75 Bratislava 26.

Korešpondujúci autor: Ing. Eva MACOVÁ, e-mail: eva.macova@vup.sk

niek, čo znamená, že najnápadnejším prejavom ich nedostatku sú poruchy krvotvorby (chudokrvnosť). V súčasnom období sa pozornosť sústreďuje na význam folátov pre ženy počas gravidity. Nové poznatky potvrdzujú, že dostatočné zásobenie organizmu ženy folátmi v čase gravidity do značnej miery rozhoduje o prevencii vzniku väčšiny vývojových chýb, ako sú defekty neurálnej trubice, predovšetkým spina bifida (rázštep chrbtice). Kyselina listová sa uplatňuje i v prevencii niektorých foriem karcinómov. Posledné výskumy ukázali, že má vplyv na znižovanie celkového plazmového homocysteínu. Homocysteín vzniká v ľudskom organizme pri štiepení proteínov a jeho zvýšená hladina v krvi je spájaná so zvýšeným rizikom kardiovaskulárnych chorôb. Kyselina listová sa spolu s vitamínom B<sub>12</sub> a B<sub>6</sub> podieľa na premene homocysteínu na neškodný metionín [1]. Je známe, že homocysteín má tiež súvislosť s Alzheimerovou chorobou.

Kyselina listová sa vyskytuje v rôznych potravinách, najmä v pečeni, droždí, ovocí, strukovinách a listovej zelenine. Vitamín sa v týchto produktoch vyskytuje vo forme viacerých derivátov, pričom sa obvykle rozoznávajú dve hlavné skupiny týchto látok - voľná kyselina listová a konjugáty kyseliny listovej. Kyselina listová z rastlinných zdrojov sa vyskytuje hlavne vo forme konjugátov, v pečeni je prítomná vo forme voľnej kyseliny. Traduje sa, že obsah kyseliny listovej v potrave je postačujúci, čo súvisí s tým, že rôzne látky zahrňované pod pojem „vitamíny skupiny B“ sa hodnotia ako celok. Vo vzťahu k samotnej kyseline listovej však nie je takáto predstava úplne správna. Denný príjem kyseliny listovej by mal byť aspoň 400 µg. V rastlinných produktoch je kyselina listová prítomná v podobe pteroylpolyglutamátov, ktorých biologická využiteľnosť nepresahuje 30–50 %. Je to dané tým, že časť folátov sa znehodnocuje pri skladovaní a varení a tiež tým, že ich prirodzená polyglutamátová forma je nestráviteľná a musí sa v gastrointestinálnom trakte degradovať na monoglutamátovú [2]. Kyselina listová je stabilná pri ohreve v kyslom prostredí, rýchle sa však rozkladá v neutrálnom alebo alkalickej médiu. Straty počas tepelného spracovania sa pohybujú v závislosti od suroviny a použitej technológie od 20 do 50 % [3].

Biotín sa v minulosti označoval ako vitamín H (haut - koža), B<sub>8</sub>, alebo koenzým R. Existuje osem foriem biotínu, v prírode sa však vyskytuje len D-biotín, ktorý má plnú vitamínovú aktivitu. Biotín je koenzýmom mnohých karboxyláz a tým je nevyhnutný pre správny vývoj a funkciu organizmu. Je dôležitý pre metabolizmus živín, napr. tvorí zložku enzýmov, podieľajúcich sa na syntéze mastných kyselín, aminokyselín a glukózy.

Medzi prvé symptómy nedostatku biotínu patrí nechutenstvo, dermatologické problémy, mentálna depresia a vypadávanie vlasov (alopécia). Pri dlhodobom nedostatku biotínu sa môže prejaviť anémia a hypercholes-

terolémia. Môže k nemu dochádzať po vysokej konzumácii vaječných bielkov, po dlhodobej liečbe antibiotikami a inými protimikrobiálnymi liekmi.

Biotín sa nachádza v mnohých potravinách, ale v pomerne malých koncentráciách a môže byť prítomný voľný i viazaný  $\varepsilon$ -amino väzbou s lyzínom ako biocytín alebo je viazaný na proteíny a peptidy. Vo voľnej forme sa biotín vyskytuje častejšie v rastlinných tkanivách než v tkanivách živočíšnych. V odbornej literatúre sa uvádza, že cereálie a rastlinné materiály obsahujú 23–80 % voľného biotínu [3]. Denný príjem 100–200  $\mu\text{g}$  pokrýva potrebu organizmu.

Vo Výskumnom ústave potravinárskom sa v rámci úlohy rozvoja vedy a techniky časť riešenia orientovala na dynamiku zmien obsahu kyseliny listovej a biotínu v procesoch spracovania rastlinných potravín. Analytická časť bola zameraná na zavedenie imunodiagnostických metód stanovenia kyseliny listovej a biotínu [4]. V príspevku referujeme o zmenách obsahu kyseliny listovej a biotínu pri tepelnom opracovaní vybraných strukovín použitím imunodiagnostických metód.

## Materiál a metódy

Ako materiál pre experimentálne práce sa vybrali strukoviny:

- suchý hrach (Olivín - odroda poľného hrachu), analyzovali sa vzorky suchého hrachu a vzorky s rozličným spôsobom predbežnej úpravy a po rôznom tepelnom opracovaní (namáčanie, dezintegrácia, varenie v mikrovlnnej rúre, vo vode),
- rôzne druhy fazule (suchá fazuľa biela a farebná z obchodnej siete), sója (suchá sója z obchodnej siete) a šošovica (suchá šošovica z obchodnej siete).

Analyzovali sa vzorky suchých strukovín, strukovín po namáčaní vo vode a po uvarení. Namáčanie sa realizovalo vo vode - 100 g suchej strukoviny a 300 ml vody cez noc. Varenie sa realizovalo vo vode, po dobu potrebnú na uvarenie, ktoré sa kontrolovalo ochutnaním.

Kvantitatívne stanovenie obsahu vitamínov sa robilo testom Folic Acid ELISA [5] a testom Biotin ELISA [6] postupom odporúčaným výrobcom (Immunolab GmbH, Kassel, Nemecko).

### *Stanovenie kyseliny listovej*

Pri imunodiagnostickom teste je konjugát kyseliny listovej naviazaný na povrchu mikrotitračnej doštičky. K nemu sa pridáva vzorka obsahujúca

kyselinu listovú, alebo štandardy, ako aj špecifická protilátka proti kyseline listovej. Počas 1-hodinovej inkubácie pri izbovej teplote prebehne reakcia medzi pevne viazanou kyselinou listovou, resp. kyselinou listovou vo vzorkách a štandardoch s protilátkou. Nenaviazaný materiál sa odstráni premytím premývacím roztokom. Potom sa pridá druhá, peroxidázovo značená protilátka, ktorá reaguje len s primárnou protilátkou naviazanou na kyselinu listovú. Tento dvojstupňový postup má výhodu v tom, že enzým, ktorého aktivita môže byť ovplyvňovaná rôznymi komponentami vzorky, nepríde do priameho kontaktu so vzorkou. Po 1-hodinovej inkubácii pri izbovej teplote sa nenaviazaný materiál odstráni premytím premývacím roztokom a pridá sa bezfarebný substrát. Počas 20-minútovej inkubácie vzniká modré sfarbenie a enzýmová reakcia sa zastaví pridaním kyseliny. Farba roztoku sa zmení z modrej na žltú. Optická intenzita sa odmeria pri 450 nm na čítači mikrotitračných platničiek a zo štandardnej krivky počítač zistí koncentráciu kyseliny listovej vo vzorke. Koncentrácia kyseliny listovej vo vzorke je nepriamo úmerná vzniknutému sfarbeniu.

Trvanie testu je 140 minút, citlivosť metódy vyjadrená detekčným limitom je 2 ng kyseliny listovej v 1 ml, presnosť testu je 3 %.

Použitá protilátka vykazuje krížovú reakciu proti kyseline dihydrofolovej 18 %, kyseline tetrahydrofolovej 5 % a 5- formyltetrahydrofolovej 0,1 % [7]. Postup odporúčaný výrobcom testu sa optimalizoval len z hľadiska úpravy pomeru reagujúcich zložiek, vychádzajúc z predbežných zistení koncentrácie kyseliny listovej. Táto úprava postupu neovplyvnila detekčný limit ani presnosť testu.

Namerané výsledky sa štatisticky vyhodnotili postupom na stanovenie intervalu neistoty merania, ktorý je založený na smerodajnej odchýlke opakovateľnosti.

Vykonalo sa 10 paralelných stanovení vzorky suchého hrachu.

Priemerná hodnota  $x_{\text{priem}} = 31,71 \mu\text{g} / 100 \text{ g}$

Smerodajná odchýlka  $s_x = 1,1011$

Štandardná neistota typu A:

$$u_A = \frac{s_x}{\sqrt{n}} \cdot k = \frac{1,1011}{\sqrt{10}} \cdot 2,228 = 0,776 \mu\text{g}/100 \text{ g}$$

kde  $n$  je počet paralelných stanovení a  $k$  je tabelovaná hodnota Studentovho rozdelenia.

Relatívna smerodajná odchýlka vnútornej reprodukovateľnosti:

$$\text{rel } u_A = \frac{u_A}{x_{\text{priem}}} \cdot 100 = \frac{0,776}{31,71} \cdot 100 = 2,45 \%$$

Štandardná neistota typu B  $u_B = 0,3 \%$

Kombinovaná štandardná neistota:

$$u_C = \sqrt{(u_A^2 + u_B^2)} = 2,47 \%$$

Rozšírená neistota merania pre  $k = 2$  je 4,94 % rel

### *Stanovenie biotínu*

Pre biotín je charakteristické vytváranie pevnej väzby s avidínom vaječného bielka. Imunodiagnostický test je založený na tejto reakcii. Avidín je naviazaný v konštantnej koncentrácii na mikrotitračnej doštičke a v priebehu väzobného kroku sa na neho naviaže biotín zo skúmaných vzoriek, resp. štandardov. Súčasne pridávaný konjugát biotínu s enzýmom sa konkurenčne viaže na nezreagovaný (voľný) avidín. Po 1-hodinovej inkubácii sa vytvorí rovnováha medzi voľným biotínom zo vzoriek, resp. biotínovými štandardami a biotín-enzýmovým konjugátom. Mikrodoštička sa potom premyje premývacím tlmivým roztokom. Konjugát, ktorý sa naviaže na voľný avidín (nezreagovaný s biotínom zo vzoriek alebo štandardov), produkuje po pridaní substrátu počas 30-minútovej inkubácie sfarbený roztok. Intenzita farby sa meria fotometricky pri 405 nm a koncentrácia biotínu sa zistí z kalibračnej krivky. Intenzita sfarbenia je nepriamo úmerná koncentrácii biotínu v sledovaných vzorkách.

Citlivosť metódy vyjadrená detekčným limitom je 1 ng biotínu v 1 ml [7].

Postup odporúčaný výrobcom testu sa optimalizoval len z hľadiska úpravy pomeru reagujúcich zložiek, vychádzajúc z predbežných zistení koncentrácie biotínu, pričom citlivosť metódy bola zachovaná.

Namerané výsledky sa štatisticky vyhodnotili postupom na stanovenie intervalu neistoty merania, ktorý je založený na smerodajnej odchýlke opakovateľnosti.

Vykonalo sa 10 paralelných stanovení vzorky suchého hrachu.

Priemerná hodnota  $x_{\text{priem}} = 4,1 \mu\text{g} / 100 \text{ g}$

Smerodajná odchýlka  $s_x = 0,47$

Štandardná neistota typu A:

$$u_A = \frac{s_x}{\sqrt{n}} \cdot k = \frac{0,47}{\sqrt{10}} \cdot 2,228 = 0,331 \mu\text{g}/100 \text{ g}$$

kde  $n$  je počet paralelných stanovení a  $k$  je tabelovaná hodnota Studentovho rozdelenia.

Relatívna smerodajná odchýlka vnútornej reprodukovateľnosti:

$$\text{rel } u_A = \frac{u_A}{x_{\text{priem}}} \cdot 100 = \frac{0,331}{4,1} \cdot 100 = 8,08 \%$$

Štandardná neistota typu B  $u_B = 0,3 \%$

Kombinovaná štandardná neistota:

$$u_C = \sqrt{(u_A^2 + u_B^2)} = 8,09 \%$$

Rozšírená neistota merania pre  $k = 2$  je 16,18 % rel

## Výsledky a diskusia

Výsledky sledovania obsahu kyseliny listovej v strukovinách sú zhrnuté v nasledujúcich tabuľkách.

Použitou imunodiagnostickou metódou sa v sledovaných vzorkách stanovovala kyselina listová, ktorá je prítomná vo voľnej forme (tab. 1). Formy viazané na proteín sa týmto postupom nestanovia.

V sledovaných strukovinách sa zistil pomerne vysoký obsah kyseliny listovej. Najvyšší obsah kyseliny listovej medzi surovými strukovinami sa zistil v sóji a v hrachu, nižší obsah sa zistil v odrodách fazule. Najnižší obsah kyseliny listovej sa zistil v šošovici. Stanovenie v strukovinách po rôznej úprave ukázalo čiastočný úbytok do namáčacej vody, čo potvrdil aj výsledok stanovenia kyseliny listovej v namáčacej vode hrachu ( $1,7 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ ). Zisťovali sa

TAB. 1. Obsah kyseliny listovej v strukovinách.

TAB. 1. Folic acid contents in legumes.

Vzorka <sup>1</sup>		Hrach <sup>2</sup>	Šošovica <sup>3</sup>	Fazuľa biela <sup>4</sup>	Fazuľa strakatá <sup>5</sup>	Sója <sup>6</sup>
Surová <sup>7</sup>	sušina <sup>10</sup> [g]	91,1	88,7	89,5	90,4	94,4
	obsah kyseliny listovej <sup>11</sup> [ $\mu\text{g}$ ]	31,7	7,4	24,1	21,4	34,3
	obsah kys. list. v sušine <sup>12</sup> [ $\mu\text{g}$ ]	34,8	8,3	26,9	23,7	36,3
Napučená <sup>8</sup>	sušina [g]	44,5	47,3	40,5	41,9	37,2
	obsah kyseliny listovej [ $\mu\text{g}$ ]	4,6	1,0	3,6	6,5	3,2
	obsah kys. list. v sušine [ $\mu\text{g}$ ]	10,3	2,1	8,9	15,5	8,6
Uvarená s namáčacou vodou <sup>9</sup>	sušina [g]	26,7	31,0	27,9	26,2	35,7
	obsah kyseliny listovej [ $\mu\text{g}$ ]	17,0	1,7	9,7	8,9	12,8
	obsah kys. list. v sušine [ $\mu\text{g}$ ]	63,7	5,5	34,8	34,0	36,0

Hodnoty sú vyjadrené ako množstvo v 100 g strukoviny.

Values are expressed as contents in 100 g of legumes. 1 - sample, 2 - pea, 3 - lens, 4 - white beans, 5 - coloured beans, 6 - soya, 7 - raw sample, 8 - soaked sample, 9 - cooked with the soaking water, 10 - dry matter, 11 - folic acid content, 12 - folic acid content in dry matter.

TAB. 2. Obsah kyseliny listovej pri rôznych spôsoboch tepelnej úpravy hrachu.

TAB. 2. Folic acid contents in pea at different ways of thermal processing.

Hrach <sup>1</sup>	Sušina <sup>2</sup> [g]	Obsah kyseliny listovej <sup>3</sup> [μg]	Obsah kys. listovej v sušine <sup>4</sup> [μg]
suchý <sup>5</sup>	91,1	31,7	34,8
napučaný <sup>6</sup>	44,5	4,6	10,3
uvarený suchý <sup>7</sup>	47,2	11,4	24,1
uvarený namočený <sup>8</sup>	26,7	17,0	63,7
suchý hrach rozmixovaný, varený v mikrovlnnej rúre <sup>9</sup>	23,2	4,2	18,1

Hodnoty sú vyjadrené ako množstvo v 100 g strukoviny.

Values are expressed as contents in 100 g of legumes. 1 - pea, 2 - dry matter, 3 - folic acid content, 4 - folic acid content in dry matter, 5 - dry pea, 6 - soaked pea, 7 - cooked pea, 8 - cooked soaked pea, 9 - dry pea homogenized, cooked in the microwave oven.

značné úbytky voľnej kyseliny listovej v strukovinách po napučaní. Tento fakt zdôvodňujeme tým, že použitou metódou sa nestanovia viazané formy kyseliny listovej, ktoré po namáčaní ostajú zachované a teda zistený úbytok predstavuje len malý podiel celkovo prítomnej kyseliny listovej. Po uvarení strukovín sa tieto analyzovali po zhomogenizovaní spolu s vývarom, z čoho vyplýva, že sa stanovil spolu obsah kyseliny listovej vo vývare i v uvarenej strukovine. Zisťované vysoké hodnoty koncentrácie kyseliny listovej vo varenom hrachu v porovnaní s obsahom v surovej vzorke vysvetľujeme uvoľnením viazaných foriem kyseliny listovej v dôsledku tepelného účinku.

Na základe tohto zistenia sa za účelom podrobnejšieho štúdia realizovali ďalšie experimenty, v ktorých sa sledoval obsah kyseliny listovej pri rôznych spôsoboch tepelnej úpravy. Výsledky sú uvedené v tab. 2.

Najšetrnejšou kuchynskou úpravou z hľadiska zachovania celkového obsahu kyseliny listovej v pripravenom jedle sa javí varenie vopred namočeného hrachu spolu s namáčacou vodou. Celkove varením vo vode nedochádza k veľkým stratám folátov. Naproti tomu pri mikrovlnovom ohreve hrachu sa pozoroval najvyšší úbytok kyseliny listovej.

Z literárnej rešerše danej problematiky sú známe zistenia, že v priebehu spracovania a skladovania vznikajú straty folátov. Tieto straty sú pri rozličných produktoch odlišné a rôznia sa v závislosti od potravinovej matrice, prítomnosti kyslíka, chemického prostredia, rozsahu ohrevu a tiež od foriem, v ktorých sa v konkrétnej potravine vyskytujú. Foláty sú rozpustné vo vode, preto sa pri namáčaní strukovín, čo je obvyklá predbežná úprava

pred varením, zisťujú straty vylúhovaním. Nálev konzervy alebo namáčacia voda môže obsahovať značný podiel folátov pôvodne prítomných v potravinách [3]. V našich experimentoch sa ukázalo, že varením strukovín dochádza len k malému úbytku alebo žiadnemu úbytku kyseliny listovej, v prípade hrachu sa účinkom tepla uvoľňujú značné množstvá viazanej kyseliny listovej do voľnej formy. Z výživového hľadiska jednoznačne najoptimálnejšie je varenie strukovín v namáčacej vode.

V nadväzujúcej časti riešenia sa sledoval ďalší z vitamínov skupiny B - biotín. Experimentálne práce sa orientovali na stanovenie biotínu v rôznych strukovinách a sledovali sa aj zmeny obsahu vitamínu pri rôznom tepelnom opracovaní, ktoré je súčasťou ich úpravy pred konzumáciou. Biotín sa nachádza v mnohých potravinách, ale v pomerne malých koncentráciách a môže byť prítomný voľný i viazaný na proteíny. Atóm síry v molekule biotínu sa môže oxidovať s následnou tvorbou biotín sulfoxidu a biotín sulfónu. Citlivosť síry voči oxidácii je príčinou straty vitamínovej aktivity biotínu v spracovaných potravinách. V odbornej literatúre je len málo poznatkov o stratách biotínu v potravinách počas spracovania a skladovania [3].

V tab. 3 sa prezentujú výsledky sledovania obsahu biotínu v niektorých strukovinách.

TAB. 3. Obsah biotínu v strukovinách.

TAB. 3. Biotin contents in legumes.

Vzorka <sup>1</sup>		Hrach <sup>2</sup>	Fazuľa biela <sup>3</sup>	Fazuľa strakatá <sup>4</sup>	Sója <sup>5</sup>
Surová <sup>6</sup>	sušina <sup>9</sup> [g]	91,1	89,5	90,4	94,4
	obsah biotínu <sup>10</sup> [*g]	4,1	7,1	10,4	5,6
	obsah biotínu v sušine <sup>11</sup> [*g]	4,5	7,9	11,5	5,9
Napučená <sup>7</sup>	sušina [g]	44,5	40,5	41,9	37,2
	obsah biotínu [*g]	3,9	3,3	5,6	2,8
	obsah biotínu v sušine [*g]	4,8	8,1	13,4	7,5
Uvarená s namáčacou vodou <sup>8</sup>	sušina [g]	26,7	27,9	26,2	35,7
	obsah biotínu [*g]	3,9	3,1	4,4	2,9
	obsah biotínu v sušine [*g]	14,6	11,1	16,8	8,1

Hodnoty sú vyjadrené ako množstvo v 100 g strukoviny.

Values are expressed as contents in 100 g of legumes. 1 - sample, 2 - pea, 3 - white beans, 4 - coloured beans, 5 - soya, 6 - raw sample, 7 - soaked sample, 8 - cooked with the soaking water, 9 - dry matter, 10 - biotin content, 11 - biotin content in dry matter.



Zo sledovaných strukovín v suchom stave sa najvyšší obsah biotínu zistil v suchej fazuli a pomerne vysoký obsah biotínu sa stanovil aj v sóji. Najnižší obsah sa zistil v hrachu. Po napučaní sa obsah biotínu takmer nezmenil, úbytky pri vylúhovaní do namáčacej vody sme nezistili. Po uvarení sa vo všetkých strukovinách zistil vyšší obsah biotínu v porovnaní so surovými vzorkami. Obsah voľného biotínu sa pravdepodobne zvýšil cestou uvoľnenia z viazaných foriem účinkom zohreву.

### Záver

Na základe výsledkov sledovania obsahu voľnej kyseliny listovej a biotínu možno súhrnne konštatovať:

- Zisťovali sa značné úbytky voľnej kyseliny listovej v strukovinách po napučaní, ale zistený úbytok predstavuje len malý podiel celkovo prítomnej kyseliny listovej.
- Najšetrnejšou kuchynskou úpravou z hľadiska zachovania celkového obsahu kyseliny listovej v pripravenom jedle sa javí varenie vopred namočených strukovín spolu s namáčacou vodou.
- Celkove varením strukovín vo vode nedochádza k veľkým stratám folátov. Naproti tomu pri mikrovlnovom ohreve sa v prípade hrachu pozoroval najvyšší úbytok kyseliny listovej.
- Zo sledovaných strukovín sa najvyšší obsah biotínu zistil v suchej fazuli.
- Po napučaní strukovín sa obsah biotínu takmer nezmenil, úbytky vylúhovaním do namáčacej vody sa nezistili.
- Po uvarení sa vo všetkých strukovinách zistil vyšší obsah voľného biotínu v porovnaní so surovými vzorkami. Obsah voľného biotínu sa pravdepodobne zvýšil cestou uvoľnenia z viazaných foriem účinkom zohreву.
- Použité imunodiagnostické postupy stanovenia kyseliny listovej a biotínu využívajú pre stanovenie špecifickej protilátky (kyselina listová) alebo prirodzene sa vyskytujúce proteíny viažúce biotín (avidín). Sú to metódy umožňujúce špecifické stanovenie týchto vitamínov prítomných vo vodných extraktoch analyzovaných vzoriek. Neumožňujú však kvantitatívne stanovenie všetkých foriem výskytu v natívnych materiáloch. Formy viazané na proteíny v pôvodnom materiáli, ktoré sú ťažšie alebo len čiastočne extrahovateľné, ako aj niektoré foláty, sa stanovujú len v obmedzenom rozsahu [8]. Pre stanovenie celkových folátov sa najčastejšie používajú postupy kvapalinovej chromatografie, pre kvantitatívne stanovenie biotínu sa osvedčila kombinácia kvapalinovej chromatografie s detekčným systémom využívajúcim špecifickú väzbu biotínu na avidín [3].

## Literatúra

1. KUŽELA, L.: Kyselina listová. *Medica Revue*, 6, 2000, č. 1, s. 35-38.
2. MILLER JONES, J.: Folic acid added to flour reduces neural tube defects. *Cereal Foods World*, 46, 2001, č. 9, s. 438-440.
3. EITENMILLER, R. R. - LANDEN, W. O.: Vitamin analysis for the health and food sciences. Boca Raton : CRC Press LLC, 1998. 518 s.
4. KRKOŠKOVÁ, B. - SALKOVÁ, Z. - MACOVÁ, E. - SVETLÍKOVÁ, D. - STRÁŽNICKÁ, H.: Dynamika zmien nutričov a antinutričných látok v priebehu technologického spracovania. [Výskumná správa.] Bratislava : Výskumný ústav potravinársky, 2002. 48 s.
5. IMMUNOLAB GmbH, Kassel: Folsäure ELISA Test. Enzymimmunoassay zur quantitativen Bestimmung von Folsäure. 1997. 8 s.
6. IMMUNOLAB GmbH, Kassel: Biotin ELISA Test. Enzymimmunoassay zur quantitativen Bestimmung von Biotin. 1996. 6 s.
7. MACOVÁ, E. - KRKOŠKOVÁ, B.: Využitie imunodiagnostických metód v analýze potravín. In: Zborník prednášok z XIII. Medzinárodnej konferencie o analytických metódach v potravinárstve Loralim 2001. Banská Bystrica : Slovenská technická univerzita, 2001, s. 161-164. ISBN 80-227-1524-7.
8. FINGLAS, P. M. - MORGAN, M. R. A.: Application of biospecific methods to determination of B-group vitamins in food. *Food Chemistry*, 49, 1994, č. 2, s. 191-201.

Do redakcie došlo 3.12.2002.

### **Effect of the cooking procedure on folic acid and biotin contents in legumes**

MACOVÁ, E. - KRKOŠKOVÁ, B.: *Bull. potrav. Výsk.*, 41, 2002, p. 269-278.

**SUMMARY.** Changes in folic acid and biotin contents at thermal processing of selected legumes were followed using immunodiagnostic methods. The folic acid forms bound to proteins can not be determined by this method. Effects of soaking and thermal processing of different temperatures was followed. A relatively high folic acid content was found in legumes. The highest content of folic acid from among raw legumes was determined in soya and pea, lower contents were found in different bean cultivars. The lowest content of folic acid was found in lentils. Determination in pre-treated legumes showed a partial loss into the soaking water. Cooking of the legumes in the soaking water caused only minor folate losses. Highest losses were found at microwave heating. Biotin content changed at thermal processing only slightly. The optimal thermal processing, from the point of view of the folic acid and biotin content preservation in final meal, appears to be cooking of the soaked legumes together with the soaking water.

**Keywords:** folic acid; biotin; ELISA-test; legumes