

Porovnanie koncentrácie jednotlivých aminokyselín sójovej múky a rozličných druhov mäsa

A. THALMEINEROVÁ, K. KOVÁČOVÁ

Bielkoviny, ktoré reprezentujú základný zdroj dusíka pre ľudský organizmus, tvoria dôležitú a nepostrádateľnú zložku ľudskej výživy. Pritom je významná stráviteľnosť bielkovín, t. j. schopnosť ich dusíka prechádzať na tzv. metabolický dusík. Najlepšie stráviteľné sú živočíšne bielkoviny, potom bielkoviny obilnín, omnoho menej sú stráviteľné bielkoviny ostatných rastlín [1]. Bielkoviny sú v rastlinách syntetizované z jednoduchých látok, z kyslíčnika uhličitého, vody a anorganických dusíkatých zlúčenín, medziproduktmi sú pritom aminokyseliny.

Živočíchym nedokážu syntetizovať bielkoviny „de novo“, teda z minerálnych produktov, a preto sú odkázané na dodávku bielkovín. Bielkoviny prijaté potravou vytvárajú najmä organickú štruktúru protoplazmy a iba ich prebytok je zdrojom energie. Najväčší podiel bielkovín získavame z obilnín, a to okolo 38%, na druhom mieste z mäsa — asi 29% [2].

Bielkoviny živočíšneho pôvodu patria medzi najvzácnejšie živiny v prírode. Najbohatším a najvzácnejším zdrojom bielkovín je mäso (asi 20%), vajcia (asi 13%) a mlieko (asi 3,5%). Mäso okrem nebielkovinových zložiek je vlastne súborom bielkovín s veľmi rozdielnymi obsahmi aminokyselín.

Ovocie a zelenina sú z hľadiska výživy menejcennými zdrojmi bielkovín a aminokyselín. Obsahujú bielkoviny v malých množstvách a aminokyseliny sa v nich vyskytujú v nepriaznivých pomeroch, prípadne neobsahujú všetky esenciálne aminokyseliny. Z rastlinných materiálov, čo sa týka obsahu aminokyselín, najzaujímavejšie sú strukoviny, najmä sója, na ktorej sa skúma výroba proteínových koncentrátov ako syntetických potravín [3].

Nutričnú hodnotu bielkovín udáva obsah jednotlivých aminokyselín. Pre daný živočíšny druh sú biologicky hodnotné iba také bielkoviny, ktoré obsahujú všetky nepostrádateľné aminokyseliny v dostatočnom množstve. Ale iba obsah nepostrádateľných aminokyselín v požitých bielkovinách nie je jediným ukazovateľom ich nutričnej hodnoty, potrebné sú aj postrádateľné aminokyseliny, ktoré s nimi musia byť v určitej rovnováhe [1]. Hodnotu potraviny neudáva teda iba kvantita bielkovín, ale predovšetkým ich kvalita.

Aminokyseliny, rozvádzané po celom organizme, slúžia ako základný materiál pre syntézu telesných bielkovín. Tkanivové bielkoviny prechádzajú zasa vo forme aminokyselín do vnútorného prostredia a sú katabolizované až na

konečné splodiny ich oxidatívneho rozkladu — na vodu, kyslíčnik uhličitý, močovinu, amoniak atď.

Tie aminokyseliny, ktoré sa tvoria v organizme človeka a živočíchov z rozličných organických zlúčenín sa nazývajú endogénne, tiež postrádateľné. Druhú skupinu tvoria aminokyseliny exogénne, alebo nepostrádateľné a musia sa organizmu dodávať potravou [4].

Vo výžive človeka sa podľa dostupných údajov uplatňuje viac ako 20 aminokyselín. Aj keď sa o postrádateľnosti a nepostrádateľnosti stále ešte polemizuje, všeobecne sa ujal názor Roseho [5], ktorý za nepostrádateľné aminokyseliny pokladá leucín, izoleucín, lyzín, valín, fenylalanín, treonín, metionín a tryptofán.

Lang a Schoen [6] k nim zaraďujú ešte aj histidín a medzi aminokyseliny podporujúce vzrast zaraďujú arginín, cystín, tyrozín, prípadne aj kyselinu glutamovú, serín a prolín.

Šarpenak [7] uvádza medzi nepostrádateľnými aminokyselinami, okrem tých ktoré spomína Rose, aj tyrozín, cystín, arginín a histidín, ktoré sa niekedy označujú ako semiesenciálne.

V tabuľke 1 uvádzame obsahy esenciálnych aminokyselín v gramoch AK na 100 g bielkovín v kuracom mäse [8], v tresčom filé, v hovädzom, bravčovom a teľacom mäse [2].

Pri porovnaní jednotlivých bielkovín sa javia ako najhodnotnejšie bielkoviny vajca. Obsahujú všetky aminokyseliny v najpriaznivejšom pomere, preto sa v moderných metódach hodnotenia bielkovín používa hodnota celého vajca ako základ — referentný proteín [9].

Na základe doterajších poznatkov o potrebe bielkovín, najmä o zastúpení aminokyselín v referentnom proteíne sa priemerná denná potreba esenciálnych aminokyselín v gramoch uvádza zhruba takto [2]:

Leucín	4,8	Treonín	2,8
Izoleucín	4,2	Tyrozín	2,8
Lyzín	4,2	Metionín	2,2
Valín	4,2	Cystín	2,0
Fenylalanín	2,8	Tryptofán	1,0

Nepostrádateľnosť aminokyselín v niektorých prípadoch značne závisí od živočíšneho druhu, napríklad arginín je nepostrádateľný pre krysy a kurčatá, ale pre človeka a psa je podľa názorov niektorých autorov postrádateľnou aminokyselinou. Pri štúdiu nutričnej hodnoty jednotlivých aminokyselín na pokusných zvieratách sa zistilo, že niektoré aminokyseliny môžu za určitých podmienok pôsobiť antagonisticky na využitie a premenu inej aminokyseliny. Tak napríklad nadbytok leucínu brzdí rast krys — tento účinok sa dá odstrániť izoleucínom [1].

Význam sóje ako suroviny bohatej na esenciálne AK

Sója (*Glycine max*) — základná plodina Východnej Ázie — bola tam dôležitou zložkou potravy človeka po celé stáročia. V Japonsku napríklad 12—13% konzumovaných bielkovín sa odvodzuje od sójových výrobkov. V západnom svete sa sója ako potravina začala používať iba pomaly. V posledných 40 rokoch sa sója stala dôležitým zdrojom bielkovín v hydínárstve a vo výžive

Tabuľka 1. Obsah aminokyselín v rozličných druhoch mäsa

Aminokyselina	Obsah aminokyselín v % (g aminokyseliny na 100 g bielkovín)					
	kuracie mäso	tresčie filé	hovädzie mäso predné	hovädzie mäso zadné	bravčové mäso (stehno)	teľacie mäso (hrud)
Arginín	6,70	3,77	3,92	4,29	6,38	3,49
Histidín	1,80	3,22	3,21	3,40	4,92	2,40
Lyzín	7,40	8,99	8,11	9,11	10,23	5,26
Fenylalanín	3,60	3,27	3,44	3,05	4,07	2,97
Cystín	1,80	0,75	0,33	0,25	0,28	0,86
Metionín	1,70	3,07	2,17	2,51	2,88	1,60

hospodárskych zvierat. Vo väčšom množstve začali sóju pestovať len po roku 1920, keď záujem o túto plodinu prejavili výrobcovia margarínu, oleja na varenie a majonézy. Odvtedy sa začala sója uznávať pre vysoký obsah bielkovín dobrej nutričnej hodnoty. V posledných 10 rokoch sa začala sója používať aj ako potravina; za nízku cenu poskytuje hodnotnú bielkovinu s dôležitými funkčnými vlastnosťami [10].

Približná analýza sójového jadra ukazuje, že bielkoviny (40%) a olej (21%) tvoria iba 60% sójového bôbu a zvyšok, teda asi jednu tretinu, tvoria neškrobové uhľohydráty, vrátane polysacharidov, stachyóza (3,8%), rafinóza (1,1%) a sacharóza. Sójová bielkovina je pre výživu preto dôležitá, že má vysoký obsah esenciálnych aminokyselín, najmä lyzínu, leucínu a izoleucínu. Okrem toho plnotučná sójová múka obsahuje veľké množstvo esenciálnych mastných kyselín, a to linolovej (51%) a linolenovej (9%). Pretože v sójovej múke je asi 20% lipidov, používa sa ako prídavok do potravín s vysokou dávkou bielkovín (tzv. Formula Cambridge) a zvyšuje tak vo výrobku obsah esenciálnych mastných kyselín [10].

Akový výnos výživných jednotiek pre sóju je vysoko priaznivý v spojitosti s požiadavkami na výživnosť a na výživu stále vzrastajúcej populácie. Z tabuľky 2 je vidieť, že výživná účinnosť sóje je v porovnaní s inými zdrojmi bielkovín vo svete najvyššia [10].

Tabuľka 2

1 aker sóje stačí uživiť človeka	2224 dní
1 aker pšenice stačí uživiť človeka	877 dní
1 aker kukurice stačí uživiť človeka	354 dní
Hovädzie mäso vyrobené na 1 akri stačí uživiť človeka	77 dní

Na výrobu 1 kg živočíšnych bielkovín treba asi 10 kg rastlinných bielkovín. To znamená, že zásoba jedlých bielkovín vzrastie o 9%, ak iba 1% rastlinných bielkovín sa použije priamo na konzumáciu pre človeka, a nie na výrobu živočíšnych bielkovín. Takto by sa vyhovel požiadavke na vzrastajúcu konzumáciu mäsa. Z toho vyplýva, že zvýšenie ročného dopytu po bielkovinách mäsa o 1% možno vyrovnáť rastlinnými bielkovinami, čo umožní kryť zvýšený dopyt po bielkovinách [11].

Usporiadanie pokusov

Materiálom pre naše pokusy bola plnotučná hladká sójová múka ON 56 5612. V tejto vzorke sme stanovili sušinu, popol, celkové lipidy a celkové bielkoviny. Obsah celkových sacharidov sme získali tak, že od hodnoty sušiny sme odrátali súčet hodnôt popola, lipidov a bielkovín. Ďalej sme stanovili obsah aminokyselín po kyslej hydrolýze vzorky.

Sušinu sme zisťovali podľa normy [12] ako zvyšok po odstránení látok prechádzajúcich pri teplote 105 °C.

Popol zistený podľa normy [12] je zvyšok po spálení vzorky pri teplote 550 °C v muflovej peci.

Celkové bielkoviny sme stanovili z obsahu celkového dusíka vynásobením faktorom 6,25. Celkový dusík sme stanovili prevedením na amoniakálny dusík metódou podľa Kjeldahla. Podrobný opis stanovenia uvádza norma [12].

Celkové lipidy sme stanovili extrakčnou metódou podľa Soxletha [13], pričom sme ako extrakčné činidlo použili dietyléter p. a.

Celkové aminokyseliny sme stanovili v hydrolyzáte vzorky po kyslej hydrolyze na automatickom analyzátore aminokyselín značky HD 1200 E [14]. Vo výsledkoch neuvádzame obsah esenciálnej aminokyseliny tryptofánu, ktorý sa pri použitej kyslej hydrolyze bielkovín do značnej miery degraduje. Aj stanovenie aminokyseliny cystínu je pri použití spôsobu kyslej hydrolyzy zafaržené dosť veľkou chybou. Cystín totiž počas kyslej hydrolyzy a chromatografie oxiduje a cystínový vrchol nie je symetrický; jeho kvantitatívne vyhodnotenie je zafaržené dosť veľkou chybou. Preto na stanovenie aminokyseliny cystínu by bolo výhodnejšie použiť metódu podľa Schrama a spol. [15], ktorej princípom je oxidácia cystínu pred kyslou hydrolyzou 6N HCl, pričom sa ako oxidačné činidlo použila kyselina permangánová. Oxidácia musí prebiehať pri 0 °C až do úplného rozpustenia vzorky. Oxidáciou cystínu vzniká kyselina cysteová, ktorá sa stanovuje na automatickom analyzátore aminokyselín. Kyselina cysteová dáva na chromatograme dobre vyhodnotiteľný ostrý vrchol. Nevýhodou tejto metódy je rozrušenie iných aminokyselín (tyrozín, fenylalanín), takže táto metóda oxidácie bielkovín a následnej kyslej hydrolyzy je vhodná iba na stanovenie cystínu.

Na automatickom analyzátore aminokyselín HD 1200 E sa určila miera presnosti stanovenia jednotlivých aminokyselín [16], ktorá sa vypočítala na základe 10 paralelných analýz štandardnej zmesi aminokyselín o koncentracii 1 mikromól každej aminokyseliny na 1 ml roztoku.

Tabuľka 3

Aminokyselina	<i>M'</i>
Lyzín	12,3
Histidín	13,1
Arginín	7,6
Kyselina asparágová	12,5
Treonín	13,7
Serín	12,2
Kyselina glutamová	9,2
Prolín	11,0
Glycín	10,0
Alanín	8,4
Cystín	15,0
Valín	6,1
Metionín	30,0
Izoleucín	17,2
Leucín	10,2
Tyrozín	11,4
Fenylalanín	11,2

Miera presnosti sa počítala podľa vzorca:

$$M' = \frac{3 \cdot S_{\bar{x}}}{\bar{x}} \cdot 100,$$

kde $S_{\bar{x}}$ je smerodajná odchýlka, \bar{x} — aritmetický priemer.

Ako vyplýva z tabuľky 3, miera presnosti stanovenia jednotlivých aminokyselín nie je rovnaká. Vyplýva to z rozdielnej intenzity sfarbenia roztokov aminokyselín s ninhydrínom i pri ich rovnakých koncentráciách.

Výsledky všetkých stanovení sú uvedené v gramoch na 100 gramov vzorky; pri celkových aminokyselinách okrem toho uvádzame výsledky aj v gramoch aminokyselín na 100 gramov bielkovín, aby sa mohol porovnať obsah aminokyselín v sójovej múke s obsahom aminokyselín v rôznych druhoch mäsa, ktoré uvádza tabuľka 1.

Výsledky pokusov a diskusia

V tabuľke 4 uvádzame obsah základných výživových faktorov, ktoré sme v sójovej múke sledovali, t. j. obsah sušiny, popola, celkových lipidov, bielkovín a sacharidov.

Tabuľka 4

Vzorka	Popol %	Sušina %	Celkové lipidy %	Celkové bielkoviny %	Celkové sacharidy %
Sójová múka plnotučná	4,49	93,17	21,97	34,74	31,97

V tabuľke 5 uvádzame obsah 17 aminokyselín v gramoch AK na 100 gramov sójovej múky a v gramoch AK na 100 gramov bielkovín.

Ako vidieť z tabuľky 4, naše výsledky rozboru sójovej múky sú veľmi podobné výsledkom Coppocka [10].

Z tabuľky 5 je zrejmé, že sójová múka obsahuje v najvyšších koncentráciách tieto aminokyseliny: kyselinu glutámovú, lyzín, kyselinu asparágovú, fenyľalanín a leucín. Najnižšie koncentrácie sú pri cysteíne a metioníne, histidín sa nachádza v skúmanej vzorke iba v stopových množstvách.

Pri porovnaní hodnôt uvedených v tabuľkách 1 a 5, teda pri porovnaní koncentrácie jednotlivých aminokyselín rozličných druhov mäsa a sójovej múky je zrejmé, že sójová múka obsahuje veľké množstvo esenciálnej aminokyseliny — lyzínu. Obsah lyzínu v sójovej múke je vyšší ako v kuracom mäse, v tresčom filé, v telacom mäse, ako aj v hovädzom mäse. Iba bravčové mäso (stehno) obsahuje viac lyzínu ako sójová múka.

Pri porovnaní oboch tabuliek je zrejmé, že obsah arginínu v sójovej múke je vyšší ako pri všetkých uvedených druhoch mäsa, pričom sa tomuto obsahu približujú koncentrácie arginínu v kuracom a bravčovom mäse, kým hovädzie a telacie mäso a tresčie filé obsahujú podstatne menej arginínu ako sójová múka.

Tabuľka 5. Obsah aminokyselín v sójovej múke

Aminokyselina	g aminokyseliny na 100 g plnotučnej sojovej múky	g aminokyseliny na 100 g bielkovín
Lyzín	3,293	9,478
Histidín	stopy	stopy
Arginín	2,418	6,960
Kys. asparágová	3,729	10,734
Treonín	1,420	4,087
Serín	1,787	5,143
Kys. glutamová	6,390	18,393
Prolín	1,794	5,164
Glycín	1,404	4,041
Alanín	1,420	4,087
Cystín	0,335	0,964
Valín	1,506	4,335
Metionín	0,483	1,678
Izoleucín	1,373	3,952
Leucín	2,707	7,792
Tyrozín	1,396	4,018
Fenylalanín	3,035	8,736

Obsah esenciálnej aminokyseliny — leucínu — v sójovej múke je vyšší ako v kuracom a telacom mäse, ale ostatné uvedené druhy mäsa majú vyšší obsah leucínu ako sójová múka.

Pri izoleucíne sa zistila vyššia koncentrácia v sójovej múke ako v telacom mäse a v tresčom filé, ostatné druhy mäsa majú vyššiu koncentráciu izoleucínu. Podobná situácia je aj pri aminokyseline — valíne.

Obsah esenciálnej aminokyseliny — fenylalanínu — je v sójovej múke podstatne vyšší (o 100%) ako pri všetkých druhoch mäsa uvedených v tabuľke 1.

Pri treoníne je jeho koncentrácia v sójovej múke približne taká, ako pri uvedených druhoch mäsa, kým pri metioníne je jeho koncentrácia v sójovej múke približne taká ako v kuracom a telacom mäse, kým pri ostatných uvedených druhoch mäsa je koncentrácia vyššia.

Obsah cystínu je najvyšší v kuracom mäse, potom v sójovej múke, kým u ostatných druhoch mäsa sa hodnote obsahu cystínu v sójovej múke približuje telacie mäso a tresčie filé. Pri hovädzom a bravčovom mäse je obsah cystínu podstatne nižší.

Súhrn

V článku sa porovnáva koncentrácia aminokyselín v rozličných druhoch mäsa s koncentráciou aminokyselín v sójovej múke. Údaje o obsahu aminokyselín v rozličných druhoch mäsa sa čerpali z literárnych prameňov a obsah aminokyselín v sójovej múke sme stanovovali na našom pracovisku. Z výsledkov porovnania vyplýva, že plnotučná sójová múka obsahuje z esenciálnych

aminokyselín v najvyššej koncentrácii lyzín a fenylalanín — viac ako uvedené druhy mäsa. Obsahom ostatných aminokyselín možno plnotučnú sójovú múku kvalitatívne z hľadiska zloženia aminokyselín porovnať s kuracím mäsom.

Literatúra

1. JINDRA, A., ŠÍPAL, Z., KOVÁCS, P.: Učebnice biochemie pro farmaceuty. Praha, SZN, 1966.
2. STRMISKA, F.: Štúdium obsahu bielkovín a aminokyselín v mäse. Čiastková záverečná správa. Bratislava, SVŠT, 1972.
3. THULIN, W., KURAMOTO, I.: Food Technology, 21, 1967, s. 64.
4. STRMISKA, F. a kol.: Nutričné hodnotenie potravín. Bratislava 1970.
5. ROSE, W.: Physiol. Rev., 18, 1938, s. 109.
6. LANG, K., SCHOEN, R.: Die Ernährung. Berlin 1952.
7. ŠARPENAK, E.: Voprosy pitaniya, 18, 1959, s. 73.
8. BOBIŠ, L., SCHALLER, HEBORTOVÁ: Bulletin VÚP, 10, 1971, s. 1—7.
9. BLOCK, R., MITCHELL, H.: Nutr. Abstr. Rev., 16, 1974, s. 2.
10. COPPOCK, J.: JAOCs, 51, 1974, s. 59A—62A.
11. GRUELL, E.: JAOCs, 51, 1974, s. 98A—100A.
12. ÚN MPP 37—59. Metody zkoušení hotových pokrmů v konzervách.
13. PRÍBELA, A.: Analýza potravín I. Bratislava, SVŠT, 1969.
14. PAVLÍKOVÁ, A.: Čiastková záverečná správa za rok 1971—1972. VÚP, Bratislava 1973.
15. SCHRAM, E., MOORE, S., BIGWOOD, E. J.: Biochem. J., 57, 1954, s. 33.
16. VACOVÁ, T.: Vplyv definovanej výživy na plazmatické aminokyseliny. Kandidátska dizertačná práca. ChTF SVŠT, Bratislava 1972.

Сравнение концентрации отдельных аминокислот соевой муки и различных видов мяса

Выводы

В статье приводится сравнение концентрации аминокислот в различных видах мяса с концентрацией аминокислот в соевой муке. Приводимые данные о содержании аминокислот в различных видах мяса почерпаны в литературных источниках а содержание аминокислот в соевой муке мы определяли на нашем месте работы. Из результатов сравнения вытекает, что соевая мука цельная содержит из эссенциальных аминокислот в наивысшей концентрации лизин и фенилаланин — больше чем приведенные виды мяса. По содержанию других аминокислот можно соевую муку цельную качественно с точки зрения аминокислотного состава сравнивать с куриным мясом.

The comparison of individual amino acids in soy meal with their concentration in different meat kinds

Summary

The paper deals with the comparison of amino acid concentration in different meat kinds with the amino acid concentration in soy meal. The data of amino acid concentration in different meat kinds are taken from literary sources and the amino acid content in soy meal had been determined at our Institute. From the comparison results it can be followed that from the essential amino acids the highest concentration of lysin and phenylalanin had been found in fullfat soy meal-higher than in named meat kinds. With regard to the content of amino acids it is possible from the view point of amino acid content to compare the fullfat soy meal to the poultry meat.