

# Príspevok k stanoveniu aminokyselín tryptofánu a cystínu v potravinárskych výrobkoch

A. THALMEINEROVÁ

Nutričná hodnota bielkovín je daná obsahom a prítomnosťou jednotlivých aminokyselín. Pre daný živočíšny druh sú biologicky hodnotné bielkoviny podľa toho, do akej miery pokrývajú potrebu organizmu najmä nepostrádateľnými aminokyselinami. Biologicky plnohodnotné bielkoviny obsahujú všetky nepostrádateľné bielkoviny v potrebnom množstve pre daný organizmus. Tie aminokyseliny, ktoré sa tvoria v organizme človeka a živočíchov z rozličných organických zlúčenín, sú endogénne, čiže postrádateľné. Druhú skupinu tvoria aminokyseliny exogénne, čiže nepostrádateľné, a musia sa organizmu dodávať potravou [1].

Aj keď sa o postrádateľnosti a nepostrádateľnosti jednotlivých aminokyselín ešte stále polemizuje, všeobecne sa ujal názor Roseho [2], ktorý za nepostrádateľné aminokyseliny pokladá leucín, izoleucín, lyzín, valín, fenylalanín, treonín, metionín a tryptofán. Lang a Schoen [3] k nim zaraďujú ešte aj histidín a medzi aminokyseliny podporujúce vzrast arginín, cystín, tyrozín, prípadne aj kyselinu glutamovú, serín a prolín.

## Význam esenciálnych aminokyselín v bielkovinovej výžive

Arginín má v organizme osobitnú úlohu pri premene amoniaku na močovinu a pri syntéze kreatínu. Premena arginínu sa v oboch prípadoch uskutočňuje zložitým systémom biochemických reakcií, v ktorých dôležitú úlohu má jeho guanidínová skupina. Organizmus síce syntetizuje guanidínovú skupinu, ale nie je schopný vytvoriť zvyšok molekuly arginínu. Túto časť musí čerpať z iných zdrojov, predovšetkým z arginínu potravy alebo z vlastných bielkovín [4].

Fenylalanín patrí k nevyhnutne potrebným aminokyselinám pravdepodobne preto, lebo jeho prvý oxidačný stupeň — aminokyselina tyrozín sa spätne neredukuje. Táto jednostranná reakcia umožňuje predpokladať, že samo odbúranie fenylalanínu sa uskutočňuje cez tyrozín. Podľa niektorých novších údajov prebieha oxydácia fenylalanínu nielen pri nedostatku tyrozínu, ale aj vtedy, keď je organizmus dostatočne zásobený tyrozínom [4].

Histidín má osobitný účinok v organizme, najmä pri syntéze peptidov s abnormálnou štruktúrou. Predstaviteľom takýchto zlúčenín sú dipeptidy karnozín a anserín. Zdrojom výstavby karnozínu a anserínu je imidazolový kruh histidínu. Organizmus nedokáže vytvoriť toto zoskupenie z iného zdroja.

Izoleucín, leucín a valín sú nevyhnutne potrebné aminokyseliny pravdepodobne preto, že v biochemických procesoch vystupujú voči sebe ako anti-metabolity, teda štruktúrne analógy s protichodnými účinkami. Vzájomný konkurenčný vplyv sa dokázal medzi leucínom, valínom a izoleucínom na jednej strane a valínom a leucínom na strane druhej. To znamená, že napr. pri nadbytku valínu sa obmedzuje alebo úplne ruší vplyv leucínu na danú biochemickú reakciu. Okrem syntézy bielkovín sa takéto antagonistický účinok izoleucínu, leucínu a valínu prejavuje aj v iných biochemických procesoch, najmä pri syntéze ketónov a steroidných zlúčenín [4].

Lyzín je nevyhnutne potrebnou aminokyselinou dospelého i rastúceho organizmu, pretože už prvý oxidačný stupeň lyzínu sa v organizme spätne neredukuje. Pomocou označeného dusíka v polohe  $\epsilon$  sa dokázalo, že dezamináciou lyzínu vzniká kyselina  $\alpha$ -aminoadipová. Podľa niektorých údajov vystupuje táto kyselina pri biochemických reakciách ako antimetabolit lyzínu. Zistilo sa, že poruchy rastu, ktoré vyvoláva jednostranný príjem kukurice, nezapríčiňuje nedostatok lyzínu a tryptofánu, ale väčšie množstvo kyseliny  $\alpha$ -aminoadipovej [4].

Metionín má pre ľudský organizmus zvlášť dôležité účinky. Vo veľkej miere sa zúčastňuje na metylačných procesoch, napr. pri syntéze kreatínu, anserínu a adrenalínu. Tieto reakcie umožňuje labilná metylová skupina, ktorú metionín obsahuje. Metionín sa uplatňuje pri oxidačno-redukčných reakciách, pri syntéze tripeptidu s abnormálnou štruktúrou — glutatiónu, taurínu a iných aktívnych zlúčenín [4].

Treonín má osobitný význam, lebo je antimetabolitom aminokyseliny serínu. Pri nadbytku serínu sa obmedzuje alebo úplne ruší biochemický účinok treonínu. V podmienkach živočíšneho organizmu opačný dej nenastáva, lebo serín je aminokyselina, ktorá sa vždy tvorí v dostatočnom množstve. Okrem odbúrania treonínu na acetaldehyd a glycín nepoznáme doteraz inú metabolickú premenu tejto nevyhnutne potrebnej aminokyseliny. Preto sa predpokladá, že podobne ako fenylalanín je aj treonín typická aminokyselina, ktorá sa uplatňuje pri výstavbe bielkovinových molekúl [4].

Tryptofán je charakteristický svojou indolovou skupinou. Na rozdiel od ostatných aminokyselín sa špecificky rozpadá, pričom vzniká kyselina antranilová, prípadne iné produkty. Táto metabolická premena tryptofánu je mimoriadne významná, lebo za istých okolností sa po nej môže uskutočňovať syntéza amidu kyseliny nikotínovej, ktorý je stavebnou zložkou mnohých enzymatických systémov, najmä dehydrogenáz. Takýto prípad môže nastať pri čiastočnom nedostatku spomínaného vitamínu za predpokladu, že organizmus je dostatočne zásobený tryptofanom [4].

### Analytické stanovenie aminokyselín

Presné stanovenie jednotlivých aminokyselín sa podarilo vyriešiť iba nedávno. Na stanovenie aminokyselín sa používajú rozličné enzymatické, mikrobiologické a fyzikálnochemické metódy.

Enzymatické metódy sa zakladajú na princípe dekarboxylácie určitých aminokyselín a nasledujúcim meraním uvoľneného kyslíčnika uhličitého [5].

Mikrobiologické metódy využívajú schopnosť rastu určitých kmeňov mikroorganizmov v závislosti od množstva potrebných aminokyselín. V niektorých prípadoch netreba merať množstvo rozložených mikróbov, ale iba množstvo látok, ktoré tieto mikróby produkujú.

Princípom kolorimetrických metód sú špecifické farebné reakcie činidiel s niektorými aminokyselinami, resp. s ich funkčnými skupinami [5]. Na stanovenie aminokyselín sa dnes najčastejšie používajú automatické analyzátory aminokyselín, pracujúce na princípe kombinácie elučnej chromatografie na stĺpcoch vymieňačov iónov s fotokolorimetrickou metódou.

Stanovenie jednotlivých aminokyselín v bielkovinách vyžaduje totálnu hydrolyzu bielkovín. Bielkoviny sa štiepia kyslou, zásaditou alebo enzymatickou hydrolyzou.

a) Enzymatická hydrolyza neprebíha úplne až na voľné aminokyseliny a získaný hydrolyzát je znečistený produktmi štiepenia samého enzýmu. Preto enzymatická hydrolyza má pre stanovenie aminokyselín iba obmedzený význam [6].

b) Alkalická hydrolyza vzniká pri refluxovaní bielkovín s hydroxidom sodným alebo s hydroxidom bárnatým. Je výhodná na stanovenie aminokyselín, ktoré sa pri kyslej hydrolyze rozkladajú. Pri alkalickej hydrolyze prebieha racemizácia aminokyselín, deaminácia niektorých aminokyselín, rozklad cystínu a cysteínu [7], preto sa používa zriedkavejšie ako kyslá hydrolyza.

c) Kyslá hydrolyza sa najčastejšie používa na úplnú hydrolyzu bielkovín. Všeobecne používaným hydrolyzačným činidlom je kyselina chlorovodíková (konštantne vrúca 6 N). Aminokyseliny uvoľnené touto hydrolyzou sa získavajú vo forme hydrochloridov. Pri kyslej hydrolyze nenastáva racemizácia, preto sú v hydrolyzáte iba L-aminokyseliny. Väčšina aminokyselín sa pri varení s minerálnymi kyselinami prakticky nepoškodzuje. Výnimkou je tryptofán a aminokyseliny obsahujúce síru.

V našej práci sme sa venovali stanoveniu esenciálnych aminokyselín tryptofánu a cystínu, ktoré sa nedajú stanoviť na automatickom analyzátore aminokyselín po kyslej hydrolyze. Tryptofán sa pri kyslej hydrolyze do značnej miery degraduje a cystín v priebehu kyslej hydrolyzy a počas chromatografie oxiduje a dáva na chromatograme asymetrický vrchol a jeho kvantitatívne vyhodnotenie sa nedá urobiť zjednodušenou metódou.

## Experimentálna časť

### Stanovenie tryptofánu

Tryptofán sme stanovili metódou podľa Rotha a Schustera [8], pri ktorej sa tryptofán nitruje nitračnou zmesou na žltý produkt, ktorého intenzita sfarbenia sa meria kolorimetricky.

Postup práce: Navažuje sa 1,5—2,5 g dobre zhomogenizovanej vzorky do kónických 100 ml baniek, ku ktorej sa pridá 8 ml destilovanej vody a z byrety sa prikvapkáva 40 ml nitračnej zmesi, pričom sa vzorka mieša krúživým pohybom. Nitračná zmes sa pripraví zmiešaním 100 ml 96%  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a 60 ml 25%

HNO<sub>3</sub>. Po nitrácii sa vzorka na 10 minút odstaví a potom sa zahrieva na vriacom vodnom kúpeli 1 hodinu za občasného miešania. Potom sa vzorka ochladí, prefiltruje sa cez sklenú fritu G<sub>4</sub> a doplní sa do 50 ml v odmernej banke 70% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Intenzita vzniknutého žltého sfarbenia tohto roztoku sa meria pri vlnovej dĺžke 420 nm na spektrofotometri proti 70% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Kalibračná krivka sa zhotoví na spektrálne čistý tryptofán, v rozmedzí 1—10 mg tryptofánu.

Výpočet:

$$\text{Obsah tryptofánu} = \frac{x \cdot k \cdot 100}{n} \text{ (mg/100 g),}$$

kde  $x$  je množstvo tryptofánu v mg, odčítané z kalibračnej krivky,  $k$  — zriedovací faktor,  $n$  — návažok v g.

Výsledky sa potom obvykle prepočítavajú na g tryptofánu na 100 g vzorky, t. j. na percento tryptofánu.

Pri stanovení tryptofánu v materiáloch rastlinného pôvodu sa materiál vopred upravuje a potom sa používa uvedená metóda stanovenia. Úprava rastlinného materiálu sa robí tak, že z dobre homogenizovanej vzorky sa navažuje 2—3 g do banky, kde sa vzorka extrahuje acetónom pokiaľ nie je acetónová vrstva bezfarebná. Takto upravená vzorka sa zráža 3% roztokom kyseliny trichlóroctovej a zmes sa nechá stáť 24 hodín. Potom sa pevný podiel odsaje cez sklenú fritu S<sub>2</sub>, premyje sa päťkrát 30 ml 3% roztoku kyseliny trichlóroctovej, dvakrát zmesou etylakoholu a éteru (1 : 1) a nakoniec 20 ml čistého éteru. Zrazenina sa z frity kvantitatívne preniesie do 100 ml kónickej banky a suší sa 24 hodín pri teplote 105 °C. Potom sa v tejto vysušenej vzorke stanoví obsah tryptofánu podľa opísanej metódy Rotha a Schustera [8].

### Stanovenie cystínu

Súčasný analytický metódy s využitím automatických analyzátorov aminokyselín dovoľujú relatívne rýchlo a presne stanoviť obsah aminokyselín v bielkovinách. V predchádzajúcich prácach sa však zistilo, že cystín dáva na chromatograme asymetrický vrchol. Pri stanovení aminokyselín v potravinách po kyslej hydrolýze dochádza k nižšiemu výťažkom sírnych aminokyselín v dôsledku čiastočného rozkladu v priebehu hydrolýzy. Cystín čiastočne racemizuje do mezo-formy a DL-formy a pri stanovení za použitia vymieňačov iónov dáva na chromatograme asymetrický vrchol, ktorý sa nedá vyhodnotiť zjednodušenou metódou.

Keďže cystín zaraďujeme medzi esenciálne aminokyseliny, jeho presné stanovenie je dôležité z hľadiska posúdenia biologickej hodnoty bielkovín. V práci Smirnova a kol. [9] sa skúma možnosť použitia v literatúre uvedených metód na stanovenie cystínu na automatickom analyzátore aminokyselín, po oxidácii bielkovín a nasledovnej kyslej hydrolýze.

Schram, Moore a Bigwood [10] vypracovali metódu oxidácie cystínu pred kyslou hydrolýzou prebytkom 6N HCl. Vzorky oxidovali oxidačnou zmesou peroxid vodíka—kyselina mravčia v pomere 1 : 9 pri 0 °C. Prebytočnú kyselinu permravčiu odparili za vákua. Výťažok sa s vyšším prídavkom H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, predlžujúcim časom a oxidáciou pri —10 °C nemení.

Cystín sa stanoví v bielkovinách po oxidácii kyselinou permravčou ako kyselina

lina cysteová. Kyselina cysteová dáva na chromatograme dobre vyhodnotiteľný ostrý vrchol. Nevýhodou metódy je, že sa dá použiť len na stanovenie cystínu, stanovenie ostatných aminokyselín sa musí robiť osobitne po kyslej hydrolyze bielkovín.

## Postup práce

### a) Oxidácia

Príprava oxidačnej zmesi (kyseliny permravčej): 1 diel 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  sa zmieša s 9 dielmi 88% kyseliny mravčej. Zmes sa nechá stáť 1/2 hodiny pri laboratórnej teplote, potom sa ochladí na  $0^\circ\text{C}$ . Dôkladne zhomogenizovaná vzorka sa odváži do guľatých 250 ml zábrusových baniek. K návážku sa pridá stonásobný prebytok kyseliny permravčej, vychladenej na  $0^\circ\text{C}$ . Banky sa uzavrú a nechajú sa uložené pri teplote  $0^\circ\text{C}$  16—21 hodín, t. j. až do rozpustenia vzorky vzorky v oxidačnej zmesi. Potom sa prebytočná kyselina premravčia odparí na vákuovej rotačnej odparke.

### b) Hydrolýza

Odparok sa z banky kvantitatívne preniesie do zatavovacej skúmavky a pridá sa k nemu stonásobný prebytok 6N HCl. Skúmavky sa zatavia a uložia na 24 hodín do sušiarne pri  $110^\circ\text{C}$ .

Po skončení hydrolýzy sa obsah skúmaviek prefiltruje do baniek s guľatým dnom a odparuje sa na vákuovej rotačnej odparke do rôsolovitej konzistencie, pričom sa po prvom odparení ešte trikrát pridá destilovaná voda a vždy sa odparí do rôsolovitej konzistencie.

Zvyšok sa kvantitatívne preniesie citrátovým tlmivým roztokom o pH 2,2 do 25 ml odmernej banky a doplní sa týmto pufrom po rysku.

## Analýza na automatickom analyzátore aminokyselín

Na analýzu na automatickom analyzátore aminokyselín značky HD 1200 E sa dávkuje presne 0,2 ml tohto roztoku. Pri tomto postupe sa cystín úplne oxiduje na kyselinu cysteovú, ktorá už v 15. minúte po dávkovaní na veľkú kolónu dáva dobre vyhodnotiteľný symetrický ostrý vrchol [9].

### Schéma prípravy vzoriek

vzorka + oxidačná zmes  
↓ oxidácia pri  $0^\circ\text{C}$   
oxidovaná vzorka  
↓ odparovanie za vákua  
odparok + 6N HCl  
↓ zatavenie, hydrolýza 24 hodín pri  $110^\circ\text{C}$   
hydrolyzát  
↓ filtrácia  
filtrát  
↓ odparovanie trikrát  
odparok + tlmivý roztok pH 2,2  
↓  
základný roztok na analýzu na automatickom analyzátore aminokyselín

## Výsledky a diskusia

Na odskúšanie metód na stanovenie aminokyselín tryptofánu a cystínu sme použili ako modelové vzorky také potravinárske výrobky, ktoré na základe údajov z literatúry obsahujú väčšie množstvo sledovaných faktorov. Získané výsledky sme štatisticky vyhodnotili vypočítaním aritmetického priemeru 10 analýz jednej vzorky, smerodajnej odchýlky a variačného koeficientu. V pokusoch štúdia reprodukovateľnosti týchto metód sme sa orientovali na vyhodnotenie výsledkov formou miery presnosti metódy za použitia vzťahu

$$M' = \frac{3s}{x} \cdot 100\% ,$$

kde  $M'$  je miera presnosti,  $s$  — smerodajná odchýlka a  $x$  — aritmetický priemer desiatich meraní rovnakej vzorky.

### Stanovenie cystínu

Na stanovenie cystínu sme použili opísanú metódu podľa Schrama, Moora a Bigwooda, ktorej aplikáciu podrobne opísal vo svojej práci Smirnov a kol. [9]. Z tejto štúdie sme čerpali poznatky pri odskúšavaní a aplikovaní tejto metódy na modelovej vzorke.

Ako modelovú vzorku sme použili trvanlivú salámu I — vývojový výrobok vývojového pracoviska Mäsového priemyslu. Ako štandard sme použili čistý L-cystín, mol. váhy 240,31. Navažovali sme 0,0504 g cystínu a metódou podľa Schrama, Moora a Bigwooda sme ho oxidovali kyselinou permravčou pri 0 °C na kyselinu cysteovú. Po oxidácii a nasledovnej kyslej hydrolýze s 6N HCl a odparení sme zvyšok kvantitatívne preniesli pufrom o pH 2,2 do 25 ml odmerky a doplnili týmto pufrom po rysku.

Tento roztok kyseliny cysteovej po analýze na automatickom analyzátore aminokyselín bol veľmi koncentrovaný, preto bolo potrebné riediť ho 20-násobne s pufrom o pH 2,2, čím sme dosiahli vhodnú koncentráciu na meranie obsahu kyseliny cysteovej na automatickom analyzátore aminokyselín.

Vzorky ako aj štandard sme analyzovali na automatickom analyzátore aminokyselín značky HD 1200 — E.

Výsledky obsahu cystínu z desiatich paralelných stanovení z trvanlivej salámy I uvádzame v tabuľke 1.

Z uvedených výsledkov môžeme podľa hodnoty miery stanovenia  $M' = 8,715$  usúdiť, že metóda má dobrú reprodukovateľnosť. Dosiahnuté výsledky obsahu cystínu v modelovej vzorke trvanlivá saláma I zodpovedajú zhruba údajom o obsahu cystínu v trvanlivých salámach, uvedeným v literatúre.

### Stanovenie tryptofánu

Na stanovenie obsahu tryptofánu sme použili opísanú metódu podľa Rotha a Schustera. Ako modelovú vzorku sme opäť použili trvanlivú salámu I, pretože metóda pre rastlinný materiál sa v niektorých fázach odlišuje od metódy na

Tabuľka 1.

Stanovenie	Obsah cystínu v % (g/100 g vzorky)
1	0,165
2	0,171
3	0,167
4	0,169
5	0,161
6	0,171
7	0,168
8	0,174
9	0,177
10	0,175

Matematicko-štatistické hodnotenie:  $\bar{x} = 0,169 \%$ ,  $s = 0,491 \cdot 10^{-2}$ ,  $v = 2,905 \%$ ,  $M' = 8,715 \%$ .

stanovenie tryptofánu v mäsových výrobkoch, odskúšali sme túto modifikovanú metódu na modelovej vzorke — mrazený hrášok.

Stanovenie tryptofánu sme robili desaťkrát z jednej vzorky aby sa matematicko-štatisticky vyhodnotili výsledky a určila miera presnosti  $M'$ , ktorá vyjadruje reprodukovateľnosť použitej metódy.

Výsledky obsahu tryptofánu v mäsovej vzorke — trvanlivá saláma I z desiatich paralelných stanovení uvádzame v tabuľke 2.

Tabuľka 2.

Stanovenie	Obsah tryptofánu v % (g/100 g vzorky)
1	0,295
2	0,308
3	0,295
4	0,287
5	0,303
6	0,313
7	0,311
8	0,307
9	0,300
10	0,306

Matematicko-štatistické hodnotenie:  $\bar{x} = 0,302 \%$ ,  $s = 0,0082$ ,  $v = 2,713 \%$ ,  $M' = 8,139 \%$ .

Na odskúšanie modifikovanej metódy pre rastlinný materiál sme použili ako modelovú vzorku mrazený hrášok. Podľa uvedeného postupu stanovenia tryptofánu v rastlinnom materiáli sme zhomogenizovanú vzorku extrahovali acetónom, pokiaľ nebola acetónová vrstva bezfarebná — pri vzorke mrazený hrášok to bola štvornásobná extrakcia acetónom: so 70, 50, 50, 50 ml. Pri presnom dodržaní ďalšieho postupu stanovenia sme dosiahli výsledky, ktoré uvádzame v tabuľke 3.

Tabuľka 3.

Stanovenie	Obsah tryptofánu v % (g/100 g vzorky)
1	0,096
2	0,100
3	0,098
4	0,096
5	0,110
6	0,100
7	0,096
8	0,105
9	0,098
10	0,098

Matematicko-štatistické hodnotenie:  $\bar{x} = 0,099 \%$ ,  $s = 0,416 \cdot 10^{-2}$ ,  $v = 4,20 \%$ ,  $M' = 12,60\%$

Z dosiahnutých výsledkov miery presnosti môžeme v oboch prípadoch konštatovať, že reprodukovateľnosť metódy na stanovenie tryptofánu podľa Rotha a Schustera je v oboch odskúšaných prípadoch dobrá. Pri modifikovanej metóde na stanovenie tryptofánu v rastlinnom materiáli za použitia mrazeného hrášku ako modelovej vzorky je síce  $M'$  väčšie ako pri metóde na stanovenie tryptofánu v mäsových výrobkoch (trvanlivá saláma), čo však možno pripísať tomu, že modifikovaná metóda sa líši od pôvodnej tým, že sa vzorka ešte extrahuje, zráža, odsáva, premýva a suší. Tieto operácie sú však ďalšími zdrojmi chýb a preto má modifikovaná metóda pre zeleninový materiál nižšiu reprodukovateľnosť ako metóda pôvodná — na stanovenie tryptofánu v mäsovom materiáli.

### Súhrn

V článku sú opísané metódy na stanovenie dvoch aminokyselín — tryptofánu a cystínu, ktoré sa nedajú stanoviť na automatickom analyzátore aminokyselín po kyslej hydrolýze. Ide o opis a praktickú aplikáciu metódy na stanovenie tryptofánu podľa Rotha a Schustera a metódy na stanovenie cystínu podľa Schrama, Moora a Bigwooda na modelových vzorkách. Výsledky štúdia reprodukovateľnosti týchto metód sú vyjadrené vo forme miery presnosti stanovenia.

### Literatúra

1. Strmiska, F. a kol.: Nutričné hodnotenie potravín. Bratislava 1970.
2. Rose, W.: *Physiol. Rev.*, 18, 1938, s. 109.
3. Lang, K. — Schoen, R.: *Die Ernährung*. Berlin 1952.
4. Vozár, L.: Výživné látky — ich sledovanie v potrave a organizme. Bratislava, Alfa 1968.
5. Vacová, T.: Vplyv definovanej výživy na plazmatické aminokyseliny. Kandidátska dizertačná práca. ChTF SVŠT, Bratislava 1972.
6. Meňšikov, F. K.: *Dietoterapija*. Moskva, Medicina 1972.



7. Haurowitz, F.: The Chemistry and Function of Proteins. New York — London, Academic Press 1963.
8. Strmiska, F. a kol.: Analytické metódy štúdia nutričnej hodnoty potravín. ChTF SVŠT, Bratislava 1973.
9. Smirnov, A. a kol.: Štúdium stanovenia cystínu na AAA 881. Čiastková záverečná správa subetapy P 11-129-003-02.2.1. ChTF SVŠT, Bratislava 1975.
10. Schram, E. — Moore, S. — Bigwood, E. J.: Biochem. J., 57, 1954, s. 33.

К определению аминокислот триптофана и цистина в пищевых продуктах

#### Выводы

В статье приводятся методы для определения двух аминокислот — триптофана и цистина, которые неопределяемы на автоматическом анализаторе аминокислот после гидролиза. Дело собственно касается описания и применения на практике метода для определения триптофана по методу Рота и Шустера и метода для определения цистина по методу Шрама, Мора и Бигвуда на модельных образцах.

Результаты изучения воспроизводимости этих методов выражены в форме меры точности определения.

#### Contribution to the determination of tryptophan and cystine amino acids in food products

#### Summary

In the study the methods for determination of two amino acids-tryptophan and cystine, are described, which on amino acids automatic analyzer after acid hydrolysis cannot be stated. Concrete under discussion is the description and practical application of method for tryptophan determination in accordance with Roth and Schuster and for cystine determination with Schram, Moor and Bigwood on the model samples.

The research results how these methods to reproduce in standard form of determination accuracy are expressed.