

VOLNÉ AMINOKYSELINY V NIEKTORÝCH TRHOVÝCH DRUHOCH SYROV

V PALO, A. AUFRICHTOVÁ

Špecializácia technológie mlieka Katedry technickej mikrobiológie Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave

Degradácia bielkovín počas zrenia syrov je pri každom druhu iná. Podľa hĺbky zrenia vzniká menej alebo viac voľných aminokyselín. Aminokyseliny sa môžu ďalej rozkladať za vzniku mastných kyselín, ketokyselín, aldehydov, amínov a pod.

Voľné aminokyseliny vznikajúce počas zrenia syrov sú hodnotené z hľadiska ich vplyvu na chuť syra, zdroja energie a stavebnej jednotky pre mikroorganizmy a z hľadiska dôležitosti pre výživu človeka. Preto sa voľnými aminokyselinami v poslednom čase zaoberá značné množstvo prác.

Dvojrozmernú papierovú chromatografiu pre stanovenie aminokyselín v syroch do praxe uviedol F. V K o s i k o w s k y [1]. U nás na stanovení aminokyselín v syroch touto metódou pracovali napr. J. D o l e ť á l e k [3, 6, 7], S. M i c h a l í k [2], J. K o l o u š e k a S. M i c h a l í k [4], J. P r o k š a spolupracovníci [5, 8]. V uvedených prácach sa obsah aminokyselín zisťoval len kvalitatívne, prípadne sa ich obsah stanovil približne kvantitatívne planimetrickou metódou.

Metódu papierovej chromatografie podľa prác E. F. M c F a r r e n a [9, 10] použili v analytike aminokyselín v syroch B. L i n q u i s t a spolupracovníci [11], resp. ďalší autori [12, 13, 14, 15, 16]. Všetci používajú pri stanovení obsahu aminokyselín v syroch jednorozmernú papierovú pufrovaciu chromatografiu. Kvantitatívne vyhodnocovanie sa väčšinou robilo fotometricky. U nás sa tento spôsob papierovej chromatografie — podľa našich vedomostí — v analytike aminokyselín syrov ešte nepoužil.

Táto práca má za úlohu stanoviť obsah voľných aminokyselín v niektorých druhoch zrelých tuzemských syrov, ďalej porovnať zistené hodnoty s hodnotami uvádzanými v doterajších prácach, ako aj stanoviť voľné aminokyseliny v niektorých trhových druhoch syrov, kde sa tieto stanovenia doteraz ešte nevykonali.

Experimentálna časť

Metodika

Na oddelenie aminokyselín sa použila jednorozmerná papierová chromatografia. Pracovalo sa systémom E. F. M c F a r r e n a [9, 10] s čiastočnými úpravami.

Príprava vzorky

Za základ pri príprave vzorky slúžila práca W. C l e m e n s a [17]. Približne 3 g presne naváženého postrúhaného syra sa rozotrela s 50 ml vody, teplej 35—40 °C. Zmes sa 20

minút odstredovala pri 5000 ot./min. Z čirej časti sa opatrne odpipetovalo 25 ml a pridalo sa 75 ml 96 % etylalkoholu. Po premiešaní sa nechal alkoholický roztok stáť niekoľko hodín (najlepšie cez noc) a prefiltraval sa na odsávačke cez filtračný papier Schleicher Schuell 589². Čirý filtrát sa odparil do sucha za vákuu pri 40 °C. Suchý zvyšok sa rozpustil v 2 ml vody. Z tohto roztoku sa nanášalo 0,01—0,05 ml (podľa zrelosti syra) na pufrovaný chromatografický papier Whatman 1.

Pracovný postup pri chromatografickom oddelovaní

Na oddelenie aminokyselín sa použili tieto pufrované rozpúšťadlá:

fenol — pH 12: kyselina asparágová, kyselina glutamová, serín, glycín, asparagín, treonín, alanín, glutamín, lyzín, cystín;

o-krezol — pH 6,2: tyrozín, valín, metionín, *izoleucín* + leucín, prolín + tryptofán, fenylyalanín;

m-krezol — pH 8,4: alanín, arginín, tyrozín, histidín, valín, metionín, fenylyalanín, hydroxyprolín;

2,4,6-kolidín — pH 9: prolín, valín, *izoleucín* + leucín, tyrozín;

benzylalkohol—*n*-butanol—pufer pH 8,4 (45 : 45 8): *izoleucín*, leucín, fenylyalanín, tryptofán, metionín, tyrozín, valín, prolín.

Použitie rozpúšťadlá sa čerstvo predestilovali: používali sa bezfarebné. Kolidín sa prečistil podľa literatúry [19]. Vyvíjalo sa zostupne na papieri Whatman 1. Chromatogramy sa nechali pretekať. Súčasne so vzorkou o dvoch až troch rôznych koncentráciách sa vyvíjali štandardné aminokyseliny o dvoch koncentráciách. Čas vyvíjania potrebný na dokonalé oddelenie jednotlivých aminokyselín pri teplote 21 °C (\pm °C) je uvedený v tab. 1, kde sa uvádza aj čas potrebný na sušenie chromatogramov po vyvíjaní pri teplote 90—93 °C.

Tabuľka 1

Čas potrebný na vyvíjanie a sušenie chromatogramov pri použití rozličných rozpúšťadiel

Rozpúšťadlo	Vyvíjanie (hod.)	Sušenie (min.)
fenol	21	30
<i>o</i> -krezol	28	60
<i>m</i> -krezol	28	60
kolidín	30	30
benzyl— <i>n</i> -butanol	48	30

Detekcia sa uskutočnila postriekaním 0,2 % roztokom ninhydrínu v 95 % etanole, do ktorého sa pridalo 4 % ľadovej kyseliny octovej, a nasledovným zahrievaním pri 60 °C priebehom 15 minút. Aminokyseliny sa určili podľa polohy štandardov. Prolín sa stanovil približne kvantitatívne hneď po vyfarbení podľa intenzity žltého zafarbenia a veľkosti škvrny v porovnaní so štandardom. Chromatogramy sa potom postriekali 1 % roztokom dusičnanu meďnatého a vysušili sa pri izbovej teplote. Škvrna prolínu po tomto postriekaní sa odfarbila a bola neviditeľná.

Aminokyseliny sa kvantitatívne vyhodnocovali fotometricky, pričom za základ slúžili poznatky získané z práce B. Keila [18] s určitými úpravami.* Chromatogramy sa fotografovali v dopadajúcom svetle.

Kvantitatívne vyhodnocovanie obsahu jednotlivých aminokyselín, t. j. premeriavanie negatívu sa vykonalo na registračnom mikrofotometri „Keramos“ typu F—3 (Keramos, n. p., Praha, závod Brno, vyrobenom r. 1957). Posuv registračného papiera k posuvu negatívu bol 5 l. Záznamy registrované mikrofotometrom sa vyhodnocovali podľa jednotlivých maxim. Obsah aminokyselín v jednotlivých vzorkách sa odčítal z kalibračných kriviek štandardných aminokyselín.

Analyzovaný materiál

Analyzovali sme niektoré trhové druhy syrov tuzemskej výroby. Všetky vzorky sme odobrali z druhov syrov, ktoré boli vyzreté a vyexpedované do predajne. Všetky vyhovovali ČSN. Z jednotlivých druhov syrov sme spracovali niekoľko vzoriek, v niektorých prípadoch len jednu. Do tabuliek sme zaradili hodnoty aminokyselín tej vzorky, ktorá vykazovala bohatší výskyt aminokyselín.

Rozdelenie analyzovaných syrov

I. S l a d k é s y r y

1. čerstvé syry nesolené: hrudkový ovčí syr, diétny tvaroh;
2. tvarohové syry uzreté: liptovská bryndza;
3. mäkké syry zrejúce pod mazom: romadúr;
4. syry s plesňou v ceste: niva;
5. syry parené: oštiepok, parenica;
6. syry s pareným cestom: zlato;
7. syry lisované so slabo dohrievanou syreninou — holandské: eidamská tehla (30 % t. vs.), gouda, salámový syr, eidamská tehla (40 % t. vs.);
8. syry lisované so silne dohrievanou syreninou: ementálsky syr, moravský bochník.

II. K y s l é s y r y

tvaroh (tučný pre priamu spotrebu), olomoucké tvarožteky, krémový syr — gervais.

Výsledky a diskusia

Výskyt jednotlivých voľných aminokyselín v uvedených syroch znázorňuje tab. 2 a 3. Krížikmi sa vo všetkých prípadoch označila koncentrácia prolínu, keďže sa nevyhodnocoval fotometricky, ale len vizuálne podľa intenzity zafarbenia a veľkosti škvrny v porovnaní s koncentráciou štandardnej aminokyseliny. Ďalej sa krížikmi označili aj približné množstvá tých aminokyselín, ktoré v niektorých prípadoch nebolo možné fotometricky vyhodnotiť.

Podľa výsledkov vidieť, že syr niva bol veľmi bohatý na obsah aminokyselín.

Najvyššiu koncentráciu vykazuje prítomný alanín. Pozoruhodne vysoké percentá sa zistili pri kyseline asparágovej a kyseline glutamovej. Ostatné aminokyseliny sa zistili v priemerných koncentráciách. Cystín bol prítomný len v stopách. Hydroxyprolín sa nezistil. V ementáli bolo zastúpenie obsahu

* Kinofilm Agfa Tf-4 s malou citlivosťou, clona 8, zelený filter Gr 2, expozícia 15 sekúnd pri dvoch 250 W žiarovkách. Vyvolávalo sa vývojkou „Rodinal“ v zriedení s vodou 1 : 10 pri teplote 18 °C po dobu 3 minút.

voľných aminokyselín rovnomernejšie. Najvyššie koncentrácie sa zistili pri histidíne a alaníne. Asparagín a arginín boli zastúpené v nízkych koncentráciách. Moravský bochník obsahoval v najvyšších koncentráciách izoleucín a leucín, fenylalanín a valín. Ostatné aminokyseliny boli zastúpené v nižších koncentráciách. V moravskom bochníku boli prítomné takmer všetky tie voľné aminokyseliny, ktoré boli zastúpené v ementáli. Koncentrácie týchto aminokyselín boli však nižšie. Histidín, cystín a hydroxyprolín neboli prítomné vôbec.

Tabuľka 2
Voľné aminokyseliny v jednotlivých druhoch kyslých syrov

Aminokyseliny	Kyslé syry		
	Obsah voľných aminokyselín v jednotlivých vyšetrovaných syroch (mg/g syra)		
	1	2	3
glycín	+	1,33	0
alanín	++	2,75	+
valín	+	2,84	+
leucín	0	} 1,51	0,27
izoleucín	0,13		+
serín	+	0	0,23
treonín	+	0	0
metionín	0	1,02	0
fenylalanín	+	1,60	0
tyrozín	0	0,62	0
kyselina asparágová	+	2,26	+
kyselina glutamová	++	1,06	0,20
asparagín	0	?	0
glutamin	0	.	0
arginín	0	0	0
lyzín	++	0	+
prolín	0	0	++
tryptofán	0	0	0
histidín	0	1,57	+
cystín	0	?	0
hydroxyprolín	0	0	0

- 1 — tvaroh tučný pre priamu spotrebu
 2 — olomoucké tvarožteky
 3 — krémový syr — gervais
 + — menej než 0,05 mg/g
 ++ — približne 1,00 mg/g
 0 — aminokyselina nebola prítomná
 ? — aminokyselina, ktorú nebolo možné s určitostou dokázať

Zo skupiny syrov so slabo dohrievanou syreninou — typu holandského — najviac voľných aminokyselín čo do počtu i množstva obsahoval salámový syr. Pri tomto druhu sa histidín zistil v najvyššej koncentrácii. Podobné zloženie mala i gouda, pravda, s oveľa nižšími koncentraciami. V goude sa

Tabuľka 3

Voľné aminokyseliny v jednotlivých druhoch sladkých syrov: 1. hrudkový ovčí syr, 2. tvaroh diétny, 3. liptovská bryndza, 4. romadúr, 5. niva, 6. oštiepok, 7. parenica, 8. zlato, 9. eidamská tehla 30 % t. vs., 10. eidamská tehla 40 % t. vs., 11. gouda, 12. salámový syr, 13. ementálsky syr, 14. moravský bochník

Aminokyseliny	Sladké syry													
	Obsah voľných aminokyselín v jednotlivých druhoch vyšetřovaných syrov mg/g syra													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
glycín	0	0	0,50	1,10	1,47	+	0	++	+	1,20	+	1,17	1,66	+
alanín	0,23	0	0,87	1,73	12,42	0	0	++	++	1,33	+	1,72	4,80	++
valín	0,41	0	0,67	0,11	1,50	0,59	+	0,53	0,33	0,60	0,80	1,52	2,66	0,90
leucín	0,29	+	0,70	0,13	1,67	0,24	0	0,60	1,26	1,10	1,66	2,10	2,09	1,73
izoleucín	0,22	+		0,10	1,12	0,17	0,10							
serín	0	0	0	0,70	1,38	0	0	0	+	0,63	+	1,05	1,20	+
treonín	0	0	0	0,93	1,41	0	0	0	+	1,16	+	1,40	2,80	++
metionín	0	0	0	0,05	0,85	0,16	0	0,50	0,63	0,46	+	1,84	2,02	+
fenylalanín	0	0	1,10	0,10	1,36	0	0	1,66	1,46	1,13	1,50	2,00	2,60	1,26
tyrozín	+	0	+	0,07	0,79	0,32	0	0,63	0	0	0	1,77	1,80	+
k. asparágová	+	0	0,94	+	9,02	+	0	+	+	+	+	1,42	+	+
k. glutamová	0,14	0	0,53	0,86	3,41	0	0	+	+	1,10	++	1,34	2,80	++
asparagín	0	0	0	0	1,10	0,16	0	?	?	0	+	?	+	?
glutamín	0	0	0	0	0,18	0	0	?	?	0	+	?	+	?
arginín	0	0	0	0,05	0,69	0	0	+	+	+	+	1,93	1,86	+
lyzín	+	0	0	+	1,31	0,13	0,13	++	++	1,00	++	1,46	2,13	+
prolín	++	0	+	+	+++	+	0	0	+	+	0	+	++	+
tryptofán	0	0	0	+	++	0,49	0	0	0	0	0	?	?	?
histidín	0,28	0	0	0	2,20	0	0	0	1,96	+	0	4,53	4,84	0
cystín	0	0	0	0	+	0	0	0	0	0	0	0	0	0
hydroxyprolín	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

- + — menej než 0,05 mg/g
- ++ — približne 1,00 mg/g
- +++ — približne 5,00 mg/g
- 0 — aminokyselina nebola prítomná
- ? — aminokyselina, ktorú nebolo možné s určitostou dokázať

nedokázal tyrozín, histidín, prolín, hydroxyprolín a cystín. Eidamská tehla so 40 % t. vs. vykazovala vyššie koncentrácie voľných aminokyselín než eidamská tehla s 30 % t. vs. V oboch druhoch neboli prítomné tyrozín, asparagín, glutamín, tryptofán a cystín.

V syre zlato boli aminokyseliny v pomerne nízkych koncentráciách. Serín, treonín, tryptofán, histidín a cystín sa tu nezistili. Zato fenylalanín bol prítomný v najvyššej koncentrácii. J. Doležal [6] vo svojej práci neuvádza v tomto druhu syra prítomnosť fenylalanínu a tyrozínu.

V romadúre sa nedokázali histidín, cystín, hydroxyprolín, asparagín a glutamín. Ostatné aminokyseliny boli prítomné v pomerne vyrovnaných koncentráciách.

Zo skupiny ovčích syrov najbohatšie na obsah voľných aminokyselín boli liptovská bryndza a oštiepok. V týchto druhoch nebol ani v stopách prítomný serín, treonín, glutamín, arginín, histidín, cystín a hydroxyprolín. Parenica bola na aminokyseliny najchudobnejšia; tak isto i hrudkový ovčí syr, ktorý bol 7 dní starý. Na skupine ovčích syrov sa zjavne ukázal vplyv dĺžky zrenia na degradáciu mliečnych bielkovín.

Z analyzovaných kyslých syrov najbohatšie na obsah voľných aminokyselín boli olomoucké tvarožteky. V ostatných druhoch tejto skupiny boli aminokyseliny pre čerstvosť syrov veľmi zriedkavé. Vo všeobecnosti možno tvrdiť, že vo všetkých vyšetrovaných druhoch syrov sa vždy dokázal voľný izoleucín a leucín. Leucín sa nedokázal iba v parenici a v tvarohu. Tieto dve aminokyseliny možno považovať za prvé, ktoré vznikajú pri degradácii bielkovín. Valín a alanín (okrem diétného tvarohu) sa vo všetkých druhoch analyzovaných syrov nachádzali v najvyšších koncentráciách v porovnaní s ostatnými prítomnými aminokyselinami zistenými v tom istom druhu.

Medzi voľné aminokyseliny, ktoré sa zistili v nižších koncentráciách a ktoré sa vyskytovali len v niektorých prípadoch, patria: lyzín, prolín, glycín, serín, treonín, metionín, fenylalanín, tyrozín, kyselina asparágová a kyselina glutamová. Asparagín, glutamín, tryptofán a histidín sa vo všeobecnosti vyskytovali len v ojedinelých prípadoch a v nízkych koncentráciách. Tieto aminokyseliny boli prítomné len v syroch charakterizovaných dlhšou dobou zrenia. Najmä asparagín a glutamín boli prítomné iba v nive, ementáli a v goude. Pozoruhodná je prítomnosť asparagínu v oštiepku. Cystín bol prítomný v stopách jedine v nive. Ani v jednom prípade sa nezistila prítomnosť hydroxyprolínu.

Výsledky uvedené v tab. 2 a 3 sú v porovnaní s doteraz zistenými kvantitatívnymi hodnotami voľných aminokyselín niektorých tuzemských syrov do určitej miery rozdielne. Pre porovnanie sú niektoré hodnoty uvedené v tab. 4, z ktorej vidieť určité rozdiely v koncentráciách jednotlivých aminokyselín v oboch druhoch syrov. Tieto rozdiely sú značné čo do obsahu glycínu,

Tabuľka 4

Porovnanie hodnôt voľných aminokyselín v ementálskom syre a romadúre podľa dvoch rozdielnych prác

Aminokyseliny	% z celkového množstva zistených voľných aminokyselín			
	romadúr		ementál	
	naše	Doležálek [6]	naše	Doležálek [6]
glycín	17,9	5,0	4,8	3,6
alanín	28,2	6,1	14,2	8,6
valín	1,7	11,0**	7,9	9,9**
leucín	2,1	10,5	6,2	11,0
izoleucín	1,6	—	—	—
serín	11,2	—	3,6	3,6
treonín	15,1	2,1	8,3	5,4
metionín	0,8	—	6,0	—
fenylalanín	1,6	6,4	7,7	5,8
tyrozín	1,1	6,0	5,3	3,9
kyselina asparágová	0,8*	1,8	0,1*	3,5
kyselina glutamová	14,0	4,9	8,3	6,0
arginín	0,8*	7,3	5,4	—
lyzín	0,8*	6,6	6,3	10,7
prolín	0,8*	7,8	0,3	7,9
tryptofán	0,8*	—	—	—
histidín	—	3,4	14,4	2,7
asparagín	—	—	0,1*	3,9
glutamín	—	2,7	0,1*	2,4
kyselina maslová	—	—	—	4,8
citrulín	—	—	—	2,1
kyselina aminomaslová	—	6,1	—	—
histamín	—	8,8	—	—
neznáma	—	3,1	—	3,6

* — počítané z hodnoty 0,05 mg/g syra

** — valín a metionín

alanínu, treonínu, izoleucínu a leucínu, ďalej kyseliny glutamovej, histidínu, asparagínu a glutamínu. Rozdielnosť možno odôvodniť rôznosťou v kvalite syrov, ktoré sa analyzovali na obsah voľných aminokyselín (nerovnaké vyzretie, použitie kvalitatívne rozdielnych surovín pre výrobu atď.), a čiastočne i použitím dvoch rozdielnych metód na oddelenie a kvantitatívne stanovenie voľných aminokyselín.

Podľa zistenia koncentrácie voľných aminokyselín v jednotlivých druhoch vyšetrovaných syrov možno ľahko usúdiť, ktoré druhy si treba obzvlášť všímať z hľadiska hĺbky degradácie bielkovín v priebehu ich zrenia.

Súhrn

Vyšetřilo sa 17 druhov trhových syrov domácej výroby na prítomnosť, ako aj na obsah voľných aminokyselín. Medzi týmito sa podrobili skúmaniu i ovčie

syry vyrábané na Slovensku. Analýza sa uskutočnila pomocou jednorozmernej papierovej pufrovacej chromatografie. Kvantitatívne vyhodnocovanie sa vykonalo na registračnom fotometri domácej výroby. Zistovala sa prítomnosť, ako aj koncentrácia 21 voľných aminokyselín.

СВОБОДНЫЕ АМИНОКИСЛОТЫ В НЕКОТОРЫХ РЫНОЧНЫХ СОРТАХ СЫРОВ

В. ПАЛО, А. АУФРИХТОВА

Специализация технологии молока на Кафедре технической микробиологии Словацкой высшей технической школы в Братиславе

Выводы

Было исследовано 17 рыночных сыров домашнего производства на присутствие и содержание свободных аминокислот. Между ними были исследованы и овчье сыры, вырабатываемые в Словакии. Анализы были проведены при помощи одномерной хроматографии на бумаге, импрегнированной буферным раствором. Количественная оценка производилась на регистрационном фотометре домашнего производства. Определялось присутствие и концентрация 21 свободных аминокислот.

Поступило в редакцию 18. 10. 1958 г.

FREIE AMINOSÄUREN IN EINIGEN MARKTKÄSESORTEN

V. PALO, A. AUFRICHTOVÁ

Spezialisierung der Milchtechnologie des Lehrstuhls für technische Mikrobiologie an der Slowakischen Technischen Hochschule in Bratislava

Zusammenfassung

Die Autoren untersuchten 17 verschiedene Marktkäsesorten inländischer Erzeugung auf die Anwesenheit und desgleichen auf den Gehalt an freien Aminosäuren. Unter diesen Käsesorten wurden auch Schafskäsesorten untersucht die in der Slowakei erzeugt wurden. Diese Analyse wurde mit Hilfe der eindimensionalen Papierpufferchromatographie durchgeführt. Die quantitative Auswertung der Chromatogramme wurde auf einem Registrierphotometer inländischer Fabrikation vorgenommen. Dabei wurde die Anwesenheit und Konzentration von 21 freien Aminosäuren festgestellt.

In die Redaktion eingelangt den 18. 10. 1958

LITERATÚRA

1. K o s i k o w s k y F. V., J. Dairy Sci. 34, 228 (1951). — 2. M i c h a l í k S., Dizer-tačná práca, Vysoká škola zemědělská, Brno 1953. — 3. D o l e ž á l e k J., Průmysl potravin 4, 300 (1953). — 4. K o l o u š e k J., M i c h a l í k S., Sborník Čs. akademie zemědělských věd 27 A, 67 (1954). — 5. P r o k š J., D o l e ž á l e k J., P e c h Z., Sborník Vysoké školy chemicko-technologické (oddíl fak. potr. techn.), Praha 1957, 103. — 6. D o l e ž á l e k J., Průmysl potravin 7, 175 (1956). — 7. D o l e ž á l e k J., Sborník Vysoké školy chemicko-technologické (oddíl fak. potr. techn.), Praha 1957, 77. — 8. P r o k š J., D o l e ž á l e k J., P e c h Z., Proc. XIV-th Int. Dairy Congr. 2, 383 (1956). — 9.

McFarren E. F., Anal. Chem. 23, 168 (1951). — 10. McFarren E. F., Mills J. A., Anal. Chem. 24, 650 (1952).

11. L i n q u i s t B., S t o r g a r d s T., G o r a n s o ñ M a j - B r i t t, Proc. XIII-th Int. Dairy Congr. 3, 1254 (1953); cit. podľa [15]. — 12. H a r p e r W. J., L o n g J. E., J. Dairy Sci. 39, 129 (1956). — 13. L o n g J. E., H a r p e r W. J., J. Dairy Sci. 39, 137 (1956). — 14. L o n g J. E., H a r p e r W. J., J. Dairy Sci. 39, 245 (1956). — 15. B u l l o c k D. H., I r v i n e O. R., J. Dairy Sci. 39, 1229 (1956). — 16. S t o r g a r d s T., L i n q u i s t B., Milchwissenschaft 8, 5 (1953). — 17. C l e m e n s W., Milchwissenschaft 9, 195 (1954). — 18. K e i l B., Chem. listy 48, 725 (1954). — 19. H a i s I. M., M a c e k K., *Papírová chromatografie*, Praha 1954.

Došlo do redakcie 18. 10. 1958

Adresa autorov:

Inž. Vladimír P a l o, Alžbeta A u f r i c h t o v á, Bratislava, Kollárovo nám. 2, Chemický pavilón.