

## Možnosti stanovenia celkového obsahu karbonylových zlúčenín v údiacich preparátoch

GABRIELA STRMISKOVÁ — VLADIMÍR SMIRNOV — JOZEF DUBRAVICKÝ

Súhrn. V práci sa porovnali a štatisticky zhodnotili spektrofotometrické metódy stanovenia celkového obsahu karbonylových zlúčenín vo vzorkách údiacich preparátov, a to priamo bez ich predchádzajúcej izolácie metódou podľa Kogana a spol. [1] a izoláciou po prevedení karbonylov na 2,4-dinitrofenylhydrazóny a meraní v ultrafialovej oblasti a vo viditeľnej oblasti. Metódy sme testovali na 3 vzorkách údiacich preparátov s veľmi rozdielnym obsahom karbonylových zlúčenín. Zhodnotili sme i gravimetrickú metódu stanovenia karbonylových zlúčenín. Zistili sme, že obsah karbonylových zlúčenín v údiacich preparátoch môžeme stanoviť s minimálnymi rozdielmi v presnosti priamou metódou bez izolácie karbonylov alebo po izolácii vo forme 2,4-dinitrofenylhydrazónov meraním v UV oblasti.

Údenie tradičným spôsobom zmesou dym—vzduch je zdĺhavé, prácne a negatívne vplyva na životné i pracovné prostredie, preto sa hľadali nové spôsoby údenia, ktoré by skrátili a zhospodárnili tento technologický proces. Tak vznikol v technológii údenia nový smer — údenie mokrou cestou, založený na používaní „údiacich kvapalín“, ktoré majú dodávať vhodnú chuť a vôňu po údení mäsu a potravinárskym výrobkom bez toho, aby sa tieto museli vystaviť účinkom dymu.

Údiace preparáty sa nemohli primerane použiť, kým nebol objasnený mechanizmus údenia. Pretože aktívne a škodlivé zložky dymu neboli známe, nemohli sa od ich použitia očakávať dobré výsledky. Analýza údiacich preparátov sa zakladá na poznávaní „aktívnych skupín“ preparátov dymu — fenolov, kyselín, karbonylových zlúčenín a na stanovení prítomných karcinogénnych polycyklických aromatických uhľovodíkov (PAU). Čo sa týka chemického zloženia, je najdôležitejšie, aby údiace preparáty obsahovali optimálny pomer aktívnych zlúčenín a aby neobsahovali PAU.

---

Ing. Gabriela Strmisková, CSc., Ing. Vladimír Smirnov, CSc., doc. Ing. Jozef Dubravický, CSc., Katedra chémie a technológie sacharidov a potravín, Chemicko-technologická fakulta SVŠT, Jánska 1, 812 37 Bratislava.

Najdôležitejšou aromatizujúcou zložkou údiacich preparátov sú fenoly, ale aj karbonylové zlúčeniny sa významne zúčastňujú na ich účinných zložkách arómy. Obsah karbonylových zlúčenín, vyjadrených sumárne alebo v prepočte na niektorú reprezentatívnu karbonylovú zlúčeninu (acetaldehyd, fural), je jedným z kvalitatívnych ukazovateľov údiacich preparátov.

Je známe, že technologicky sa karbonyly zúčastňujú na konzervačnom a sfarbujucom účinku dymu. Do akej miery ovplyvňujú charakteristickú arómu a chuť výrobkov, nie je celkom známe. Určite sa však vie, že aj aldehydy a ketóny sa spolu s fenolmi a kyselinami zúčastňujú na vytváraní špecifickej chuti [2, 3]. Zistilo sa, že látky, ktoré tvoria vôňu údených výrobkov, obsahujú predovšetkým fenoly prechádzajúce s vodnou parou a karbonylové zlúčeniny a že aromatické vlastnosti výrobkov sú lepšie, ak dym obsahuje väčšie množstvo prechádzajúcich látok [4].

Celkové karbonyly môžeme stanoviť vo vzorkách buď priamo, bez ich predchádzajúcej izolácie, buď po ich izolácii najčastejšie 2,4-dinitrofenylhydrazínom (2,4-DNF).

Najčastejšie používanou metódou na stanovenie celkových karbonylových zlúčenín priamo vo vzorkách, bez predchádzajúcej izolácie, je fotometrické stanovenie podľa Lappina a Clarka [5]. Kogan a spol. [1] modifikovali túto metódu na stanovenie celkových karbonylov v údiacich preparátoch. Metóda sa zakladá na reakcii karbonylov v kyslom prostredí ( $\text{HCl}$ ,  $\text{HClO}_4$ ) s 2,4-DNF. Vznikajú hydrazóny, ktoré po prídavku metanolickeho roztoku  $\text{KOH}$  tvoria anión veľmi intenzívne červeno sfarbený, ktorého intenzita sa meria pri  $\lambda = 470 \text{ nm}$ .

Batzer a kol. [6], Bratzler a kol. [7], Chlamova a kol. [8], Příběla a kol. [9] a mnohí ďalší autori opisujú stanovenie celkových karbonylov v rôznych materiáloch po predchádzajúcej izolácii buď extrakciou benzénom, hexánom, buď  $\text{CCl}_4$  a nasledujúcim vyzrážaním 2,4-DNF, najčastejšie však po priamom vyzrážaní roztokov týmto činidlom. Karbonyly sa po prevedení na hydrazóny stanovujú buď gravimetricky, buď po rozpustení, spektrometricky, pretože ide o farebné roztoky.

Toto fotometrické stanovenie možno realizovať v ultrafialovej oblasti, lebo hydrazóny karbonylových zlúčenín sú látky s charakteristickou absorpciou v UV oblasti spektra [9], alebo v alkalickom prostredí vo viditeľnej oblasti spektra, pretože po zalkalizovaní roztokov dochádza k charakteristickým batochromným posunom maxima absorpcie [10].

Hydrazóny, resp. osazóny sú vo vode málo rozpustné a dobre kryštalizujúce látky. V etanole sa rozpúšťajú najmä monokarbonylové deriváty (hydrazóny), kým dikarbonylové deriváty (osazóny) sa rozpúšťajú v chloroforme, resp. nitrobenzéne [11].

Neutrálne roztoky 2,4-dinitrofenylhydrazónov sú sfarbené žlté až oranžovo,

alkalické roztoky červenohnedo. Výsledky celkových karbonylov sa prepočítavajú na acetaldehyd, fural, príp. inú karbonylovú zložku.

V našej práci sme sa zamerali na porovnanie a štatistické zhodnotenie spektrometrického stanovenia celkového obsahu karbonylových zlúčenín bez predchádzajúcej izolácie metódou podľa Kogana a spol. [1] a s izoláciou po prevedení karbonylov na hydrazóny a meraní vo viditeľnej a ultrafialovej oblasti. Chceli sme zistiť, či Koganom modifikovaná metóda, ktorá je oveľa rýchlejšia, dáva porovnateľné výsledky s výsledkami získanými pri stanovení karbonylov po ich predchádzajúcej izolácii. Metódy sme testovali na troch vzorkách údiacich preparátov s rozdielnym obsahom karbonylov.

Mieru presnosti  $M_3$  jednotlivých metód sme určili pomocou smerodajnej odchýlky  $S_R$ , počítanej z rozpätia  $R$  pre  $n < 10$  [12, 13]. Pritom

$$M' = \pm \frac{2S_R}{\bar{x}} \cdot 100,$$

$$S_R = k_n R,$$

$$R = x_{\max} - x_{\min}$$

( $k_n$  — tabelovaný koeficient).

Zhodnosť výsledkov získaných dvoma rôznymi metódami, t. j. štatistickú významnosť rozdielu ( $\bar{x}_A - \bar{x}_B$ ) sme testovali pomocou Lordovho  $u$ -testu, ak

$$n_A = n_B \Rightarrow u = \frac{(\bar{x}_A - \bar{x}_B)}{\sqrt{\frac{R_A + R_B}{n}}}$$

Kritické hodnoty  $u_\alpha$  sme odčítali z tabuliek [13].

Zhodnotili sme i gravimetrickú metódu stanovenia karbonylových zlúčenín.

## Experimentálna časť

### Materiál a metódy

Na štúdium sme použili zahranične údiace preparáty (koncentráty) — rakúsky preparát Schinken 530 58/A a holandský preparát PWF Nat. smoke flavour UT 6364 a jednu frakciu izolátu drevného dechtu A III-2, pripravenú na našom pracovisku.

*Spektrofotometrické stanovenie karbonylových zlúčenín podľa Kogana a kol.* [1]. Údiaci preparát sme podľa potreby zriedili redestilovanou vodou. Potom sme

0,1—1 ml tohto roztoku doplnili metanolom bez karbonylových zlúčenín do 10 ml odmernej banky. 0,25—1 ml tohto roztoku sme preniesli do 10 ml zábrusovej odmernej banky (pri menšom množstve ako 1 ml treba tento objem doplniť metanolom), pridali sme 1 ml nasýteného roztoku 2,4-DNF v metanole a 1 kvapku koncentrovanej HCl. Banky sme zazátkovali a 30 min zahrievali v termostate pri 50 °C. Po ochladení sme pridali 5 ml 10% metanolového roztoku KOH. Súčasne sme robili i slepý pokus. Absorbanciu sme merali 10 min po pridaní KOH pri vlnovej dĺžke  $\lambda = 470$  nm v kyvetách hrúbky 10 mm na prístroji Spekol. Na zostrojenie kalibračnej čiary sme ako štandard použili roztoky furalu koncentrácie 1—4  $\mu\text{g/ml}$ .

*Izolácia karbonylových zlúčenín vo forme 2,4-dinitrofenylhydrazónov (2,4-DNFH) [14].* Zo skúmaných vzoriek údiacich preparátov sme zobrali potrebné množstvo do kónických zábrusových baniek. Potom sme pridali rovnaké množstvo zrážacieho roztoku 2,4-DNF (2 % roztok 2,4-DNF v 35 %  $\text{HClO}_4$ ), banky sme uzavreli a nechali stáť asi 15 h pri laboratórnej teplote. Vyzrážané hydrazóny sme odfiltrovali za zníženého tlaku pomocou filtračného téglíka s dlhou stopkou, vybaveného fritou S 4. Po premytí zrazeniny hydrazónov najskôr zriedenou kyselinou, potom redestilovanou vodou (do vymiznutia kyslej reakcie) sme zrazeninu na frite rozpustili v 50 ml horúceho chloroformu a trikrát v 10 ml horúceho etanolu. Takto získaný roztok hydrazónov sme doplnili etanolom v odmernej banke na 100 ml a potom použili na ďalšie stanovenie ako základný roztok.

*Spektrofotometrické stanovenie karbonylových zlúčenín v ultrafialovej oblasti [14].* Základné roztoky 2,4-DNFH karbonylových zlúčenín sme 100-krát zriedili etanolom a použili na fotometrické stanovenie v 10 mm kyvete pri vlnovej dĺžke  $\lambda = 390$  nm, proti čistému rozpúšťadlu. Na prípravu kalibračnej čiary sme použili 1—12  $\mu\text{g/ml}$  2,4-DNFH furalu.

*Spektrofotometrické stanovenie karbonylových zlúčenín vo viditeľnej oblasti [9].* Základné roztoky 2,4-DNFH karbonylových zlúčenín sme zriedili etanolom a potrebné množstvo (podľa obsahu karbonylov) sme odpipetovali do 25 ml odmerných baniek. Potom sme pridali 0,5 ml 30 % roztoku NaOH a doplnili etanolom. Absorbancia sa musí odčítať 2 min po pridaní lúhu, lebo sfarbenie nie je stále a časom sa mení jeho intenzita. Merali sme na Spekole 10 pri vlnovej dĺžke  $\lambda = 470$  nm v 10 mm kyvetách proti slepému pokusu.

Podobne sme zostrojili kalibračnú čiaru s 2,4-DNFH furalu. Koncentráciu sme volili takú istú ako pri stanovení v ultrafialovej oblasti.

*Vážkové stanovenie karbonylových zlúčenín.* Zo skúmaného údiaceho preparátu sme pripravili 2,4-DNFH karbonylov spôsobom opísaným pri ich izolácii. Zrazeninu hydrazónov sme sušili 5 h v sušiarňi pri 70 °C, potom sme ju odvážili a vypočítali celkový obsah karbonylových zlúčenín v údiacom preparáte (ako hydrazóny).

## Výsledky a diskusia

Výsledky štúdia presnosti stanovenia celkového obsahu karbonylových zlúčenín v sledovaných vzorkách údiacich preparátov uvádzajú tabuľky 1—3. Z tabuľky 1 vidieť, že preparát Schinken 530 58/A má veľmi vysoký obsah

Tabuľka 1. Výsledky štúdia presnosti stanovenia celkového obsahu karbonylových zlúčenín (v g furalu/kg) v preparáte Schinken 530 58/A spektrofotometrickými metódami  
Table 1. Results of studying the preciseness in determining the total contents of carbonyl compounds (in g of fural/kg) in the smoking substance Schinken 530 58/A by spectrophotometric methods

n	Metóda <sup>1</sup>		
	bez izolácie <sup>2</sup>	s izoláciou <sup>3</sup>	
		v UV oblasti <sup>4</sup>	vo viditeľnej oblasti <sup>5</sup>
1	82,0	82,6	80,4
2	83,0	84,8	81,5
3	82,0	82,6	82,6
4	80,0	80,4	80,4
5	82,5	83,1	82,6
$\bar{x}$	81,9	82,7	81,5
R	3,0	4,4	2,17
$k_n$	0,4299	0,4299	0,4299
$S_R$	1,29	1,89	0,93
$M^* [\%]$	$\pm 3,15$	$\pm 4,57$	$\pm 2,28$

<sup>1</sup>Method, <sup>2</sup>Without isolation, <sup>3</sup>With isolation, <sup>4</sup>In the ultraviolet spectrum, <sup>5</sup>In the visible spectrum.

Tabuľka 2. Výsledky štúdia presnosti stanovenia celkového obsahu karbonylových zlúčenín (v g furalu/kg) v preparáte PFW Nat. smoke flavour UT 6334 spektrofotometrickými metódami  
Table 2. Results of studying the preciseness in determining the total contents of carbonyl compounds (in g of fural/kg) in the smoking substance PFW Nat. smoke flavour UT 6364 by spectrophotometric methods

n	Metóda <sup>1</sup>		
	bez izolácie <sup>2</sup>	s izoláciou <sup>3</sup>	
		v UV oblasti <sup>4</sup>	vo viditeľnej oblasti <sup>5</sup>
1	12,3	12,2	12,2
2	12,5	13,0	11,7
3	12,3	12,6	12,2
4	12,6	13,0	12,6
5	12,8	12,6	12,2
$\bar{x}$	12,5	12,68	12,18
R	0,5	0,8	0,9
$k_n$	0,4299	0,344	0,387
$S_R$	0,215	0,344	0,387
$M^* [\%]$	$\pm 3,36$	$\pm 5,42$	$\pm 6,40$

<sup>1</sup>—<sup>5</sup>As in Table 1.

Tabuľka 3. Výsledky štúdia presnosti stanovenia celkového obsahu karbonylových zlúčenín (v g furalu/kg) vo frakcii izolátu drevného dechtu A III-2 spektrofotometrickými metódami  
Table 3. Results of studying the preciseness in determining the total contents of carbonyl compounds (in g of fural/kg) in an isolated fraction of wood tar A III-2 by spectrophotometric methods

n	Metóda <sup>1</sup>		
	bez izolácie <sup>2</sup>	s izoláciou <sup>3</sup>	
		v UV oblasti <sup>4</sup>	vo viditeľnej oblasti <sup>5</sup>
1	0,608	0,626	0,584
2	0,600	0,623	0,556
3	0,608	0,609	0,548
4	0,592	0,626	0,556
5	0,616	0,609	0,574
$\bar{x}$	0,6048	0,6185	0,5566
R	0,024	0,0173	0,0261
$k_n$	0,4299	0,4299	0,4299
$s_R$	0,0103	0,0074	0,0112
$M'$ [%]	$\pm 3,40$	$\pm 2,40$	$\pm 4,03$

<sup>1</sup>—<sup>5</sup>As in Table 1.

Tabuľka 4. Zisťovanie zhodnosti výsledkov spektrofotometrického stanovenia celkového obsahu karbonylových zlúčenín Lordovým *u*-testom  
Table 4. Verification of the accordance of results obtained by the spectrophotometric methods of determining the total contents of carbonyl compounds by means of Lord's *u*-test

Metódy <sup>1</sup>	<i>u</i>	<i>u</i> <sub>0,05</sub>	<i>u</i> <sub>0,01</sub>	Rozdiel <sup>5</sup>
Schinken 530 58/A				
bez izolácie — UV oblasť <sup>2</sup>	0,108	0,306	0,448	náhodný <sup>6</sup>
UV oblasť — vidit. oblasť <sup>3</sup>	0,182			náhodný <sup>6</sup>
bez izolácie — vidit. oblasť <sup>4</sup>	0,077			náhodný <sup>6</sup>
PFW Nat. smoke flavour UT 6364				
bez izolácie — UV oblasť <sup>2</sup>	0,138	0,306	0,448	náhodný <sup>6</sup>
UV oblasť — vidit. oblasť <sup>3</sup>	0,294			náhodný <sup>6</sup>
bez izolácie — vidit. oblasť <sup>4</sup>	0,228			náhodný <sup>6</sup>
	A III-2			
bez izolácie — UV oblasť <sup>2</sup>	0,331	0,306	0,448	náhodný pre 0,01 <sup>7</sup>
UV oblasť — vidit. oblasť <sup>3</sup>	1,426			významný <sup>8</sup>
bez izolácie — vidit. oblasť <sup>4</sup>	0,947			významný <sup>8</sup>

<sup>1</sup>Methods, <sup>2</sup>Without isolation — the UV spectrum, <sup>3</sup>the UV spectrum — the visible spectrum,  
<sup>4</sup>Without isolation — the visible spectrum, <sup>5</sup>Difference, <sup>6</sup>Random, <sup>7</sup>Random for 0.01, <sup>8</sup>Significant.

Tabuľka 5. Testovanie presnosti a správnosti vážkového stanovenia 2,4-DNPH furalu  
Table 5. Testing of the preciseness and correctness in determining the weight of the 2,4-DNPH fural

<i>n</i>	2,4-DNFH fural <sup>1</sup> [mg]		
1	29,4		
2	29,7		
3	29,7		
4	29,8		
5	29,5		
$\bar{x}$	29,62		28,75
<i>R</i>	0,4	$u_{0,05}$	0,507
$k_n$	0,4299	$u_{0,01}$	0,843
$S_R$	0,172	$u_n$	2,17
$M' [\%]$	$\pm 1,16$		

<sup>1</sup>2,4-DNPH fural.

Tabuľka 6. Testovanie presnosti vážkového stanovenia karbonylových zlúčenín frakcie izolátu drevného dechtu A III-2  
Table 6. Testing of the preciseness in determining the weight of carbonyl compounds in isolated fraction of wood tar A III-2

<i>n</i>	2,4-DNFH [g/kg]		
1	2,84		
2	2,88		
3	3,04		
4	3,16		
5	3,16		
$\bar{x}$	3,016		
<i>R</i>	0,32		
$k_n$	0,4299		
$S_R$	0,1375		
$M' [\%]$	$\pm 9,11$		

<sup>1</sup>2,4-DNPH fural.

karbonylových zlúčenín. Priemerné hodnoty obsahu získané všetkými spektrofotometrickými metódami sú veľmi blízke, presnosť stanovenia je najlepšia pri meraní vo viditeľnej oblasti. Zhodnosť výsledkov sme testovali za použitia rozpätia *R* pomocou Lordovho *u*-testu. Z tabuľky 4 vidieť, že všetky vypočítané hodnoty *u* sú menšie ako *u* ( $\alpha = 0,05$  a  $0,01$ ), teda rozdiel medzi jednotlivými metódami je iba náhodný a na stanovenie celkového obsahu karbonylových zlúčenín môžeme použiť ktorúkoľvek z testovaných metód.

Prípravok PWF Nat. smoke flavour UT 6364 (tab. 2) má podstatne nižší obsah karbonylov ako preparát Schinken 530 58/A. Priemerné hodnoty obsahu stanovené všetkými metódami sú opäť blízke. V tomto prípade sa najpres-

nejšou javí Koganova metóda. Výsledky porovnania všetkých sledovaných metód Lordovým *u*-testom ukazujú, že rozdiely medzi priemermi sú štatisticky nevýznamné a metódy sú zastupiteľné.

Ako poslednú sme testovali frakciu izolátu drevného dechtu A III-2, vyrobenú na našom pracovisku (tab. 3). Tento prípravok má podstatne nižší obsah karbonylov ako testované zahraničné preparáty, ktoré sú koncentrátmi. Presnosť stanovenia je približne rovnaká pri všetkých metódach, ale obsah karbonylových zlúčenín stanovených vo viditeľnej oblasti (po izolácii) sa líši od hodnôt stanovených ďalšími dvoma metódami. Prejavilo sa to i pri testovaní zhodnosti výsledkov Lordovým *u*-testom. Rozdiel medzi touto metódou a ďalšími dvoma je významný na hladinách významnosti  $\alpha = 0,05$  a  $0,01$ . Túto metódu teda nemôžeme použiť na stanovenie karbonylov v našich prípravkoch. Sledovaná vzorka sa svojím sfarbením po pridaní KOH výrazne líšila od predchádzajúcich vzoriek — bola sfarbená do fialova, predchádzajúce vzorky boli tmavočervené. Sfarbenie pravdepodobne spôsobuje prítomnosť väčšieho množstva alifatických alebo aromatických dikarbonylových zlúčenín, ktoré v alkalickom prostredí tvoria modro sfarbené roztoky [11].

Z našich experimentálnych výsledkov vyplýva, že celkový obsah karbonylových zlúčenín možno vo všetkých vzorkách údiacich preparátov presne stanoviť spektrofotometrickou metódou modifikovanou Koganom priamo a po izolácii vo forme 2,4-DNFH meraním v ultrafialovej oblasti. Prvá metóda je podstatne rýchlejšia, a preto vhodnejšia na stanovenie v údiacich preparátoch.

Hodnotili sme i presnosť a správnosť vážkového stanovenia karbonylových zlúčenín po ich prevedení na 2,4-DNFH. Na testovanie sme použili štandard furalu (10 mg furalu sme vyzrážali 2,4-DNF, po vysušení zvážili; 10 mg furalu = 28,75 mg 2,4-DNFH furalu). Výsledky v tabuľke 5 ukázali, že metóda je síce dostatočne presná, ale dáva nesprávne výsledky na hladine významnosti  $\alpha = 0,05$  a  $0,01$ . Presnosť metódy sme hodnotili i na našej vzorke údiacej kvapaliny A III-2 (tab. 6). V tomto prípade sa ukázalo, že presnosť metódy je nižšia ako pri testovaní furalu.

## Literatúra

1. KOGAN, N. B. — POŽARISKAJA, V. P. — FREJDLIN, E. M.: Fiziko-chimičeskij i bakteriologičeskij kontrol v mjasnoj promyšlennosti. Moskva 1971, 315 s.
2. MODIC, P. — PODGOROŠEK, M.: Tehnološko-ekonomski aspekti primene koncentrata dima u industriji mesa. Tehnol. Mesa, 17, 1976, č. 12, s. 380.
3. RUSZ, J.: Technologie uzení a výhledové trendy. Prům. Potr., 30, 1979, č. 12, s. 705.
4. KURKO, V. I.: Chimija kopčeniya. Moskva, Pišč. Prom. 1970.
5. LAPPIN, G. R. — CLARK, L. C.: Colorimetric method for determination of traces of carbonyl compounds. Anal. Chem., 23, 1951, č. 3, s. 541.



6. BATZER, O. F. — SHRIBNEY, M. — DOTY, D. M. — SCHWEIGERT, B. S.: Production of carbonyl compounds during irradiation of meat and meat fats. *J. Agric. Food Chem.*, 5, 1957, s. 700.
7. BRATZLER, L. J. a kol.: Smoke flavor as related to phenol, carbonyl and acid content of Bologna. *J. Food Sci.*, 34, 1969, s. 146.
8. CHLAMOVA, R. I. — SOLOVEVA, L. I. — PETRAKOVA, A. N.: Soderžaniye fenol'nykh i karbonil'nykh sojedineniy v syrokovopčennykh produktach. *Mjasnaja Ind. SSSR*, 1980, č. 2, s. 37.
9. PRÍBELA, A. a kol.: Vypracovanie objektívneho spôsobu hodnotenia koncentrátov aromatických látok jabĺk. Bratislava, Chemickotechnologická fakulta SVŠT 1981.
10. PRÍBELA, A.: Analýza prírodných látok v požívatinách. Bratislava, Alfa 1978.
11. DIMICK, K. P. — MAKOWER, B.: Volatile flavor of strawberry essence. I. Identification of the carbonyls and certain low boiling substances. *Food Technol.*, 10, 1956, č. 2, s. 73.
12. LÍKAŘ, O.: Statistické metody v laboratorní práci. Praha, SNTL 1957.
13. ECKSCHLAGER, K. — HORSÁK, J. — KODEJŠ, Z.: Vyhodnocování analytických výsledků a metod. Praha, SNTL 1980.
14. VALÁŠEK, P.: Dělení a identifikace karbonylových sloučenin v jablečných koncentrátech aroma. Dipl. práce. Bratislava, Chemickotechnologická fakulta SVŠT 1982.

## Возможности определения общего содержания карбонильных соединений в копильных препаратах

### Резюме

В работе сравниваются и статистически оцениваются спектрофотометрические методы определения общего содержания карбонильных соединений в образцах копильных препаратов, причем, как прямо, без их предшествующей изоляции — методом по Когану и кол. (1), так и с изоляцией после перевода карбониллов в 2,4-динитрофенилгидразоны (ДНФТ) и измерений в ультрафиолетовой области и в видимой области. Методы тестировались на 3-х образцах копильных препаратов с весьма различным содержанием карбонильных соединений. Нами оценивался и гравиметрический метод определения карбонильных соединений. Было обнаружено, что содержание карбонильных соединений в копильных препаратах можно определить с минимальными различиями в точности прямым методом без изоляции карбониллов или после изоляции в форме 2,4-ДНФТ путем измерения в УФ области.

## Ways to determine the total contents of carbonyl compounds in substances for amoking food

### Summary

In this work spectrophotometric methods of determining the total contents of carbonyl compounds in substances for smoking food were compared and evaluated statistically, and this: directly — without isolation of carbonyl compounds — using the method by Kogan et al. [1] and after isolation of carbonyls converted into 2,4-dinitrophenylhydrazones and measurement in the ultraviolet and the visible spectrum. The methods were tested on 3 samples of smoking substances with considerably different contents of carbonyl com-

pounds. The gravimetric method of determining carbonyl compounds was evaluated, too. Consequently it was found that the contents of carbonyl compounds in smoking substances are to be stated with minimum differences in accuracy by using the direct method — without the isolation of carbonyls, or after their isolation in form of 2,4-dinitrophenylhydrazones by measuring in the ultraviolet spectrum.