

## Farbivá bazy čiernej (*Sambucus nigra*)

### IV. Stabilita farbív v roztokoch so zvýšenou koncentráciou cukru

MILAN DRDÁK—JOZEF HAYDEN

Súhrn. V modelových roztokoch sirupov prifarbených koncentrátom farbív bazy čiernej sa porovnáva stabilita antokyánov počas záhrevu pri teplotách 80, 90 a 100 °C. Z úbytku farbív za predpokladu reakcií 1. poriadku sa určili hodnoty rýchlostných konštánt rozkladu farbív, polčasov rozkladu, hodnoty  $Q_{10}$ , aktivačnej energie, hypotetickej rýchlostnej konštanty a aktivačnej entropie. Časť vzoriek sa skladovala pri teplote 28 °C a tiež sa určili hodnoty rýchlostných konštánt a polčasov rozkladu pre vzorky s koncentráciou rozpustnej sušiny 55, 60 a 65 %. Skladované vzorky a ich zmena farby sa vyhodnotili v systéme CIE 1931 a vypočítali sa hodnoty farebných diferencií. Vyrobený koncentrát farbív má vlastnosti vhodné na prifarbovanie výrobkov so zvýšenou koncentráciou cukru.

Podstatnú zložku farbív bazy čiernej tvoria antokyány. Antokyány patria do skupiny prírodných farbív, ktoré sú pojaté do Závazných opatrení MZ SSR zo dňa 30. 11. 1977 Hygienické požiadavky na cudzorodé látky v požívatinách. Podľa týchto opatrení možno farbivá používať na farbenie a prifarbovanie požívatín iba v množstve potrebnom na dosiahnutie prirodzeného alebo obvyklého farebného tónu [1]. Z požívatín, ktoré možno prifarbovať alebo farbiť, tvoria veľkú skupinu výrobky so zvýšenou koncentráciou cukru.

Úloha cukrov pre stabilitu antokyánov je zložitá a možno ju posudzovať z niekoľkých pohľadov. Predovšetkým je to otázka zastúpenia jednotlivých cukrov a ich schopnosti vstupovať do reakcií, prípadne vytvárať reakčné medziprodukty, ktoré sú reaktívnejšie. Sem patria napr. furfural a 5-hydroxymetylfurfural, ktoré jednoznačne urýchľujú rozklad antokyánových farbív [2—4]. Vzrast stability farbív pri zvýšení koncentrácie cukrov v roztoku nad 30 % sa vysvetľuje zvýšením viskozity roztokov a znížením rozpustnosti kyslíka tak, že sa zreteľne znižuje rýchlosť katalyzovaných reakcií [5].

---

Ing. Milan Drdák, CSc., Ing. Jozef Hayden, Chemickotechnologická fakulta SVŠT, Jánska 1, 812 37 Bratislava.

Potravinársky materiál je spravidla veľmi zložitá sústava, preto je v súčasnosti na základe doterajšieho stupňa teoretického poznania ešte dosť ťažko predpovedať správanie a stabilitu jednotlivých významných zložiek v danom prostredí a za požadovaných podmienok výroby a skladovania. Značný pokrok nastal v hodnotení priebehu reakcií pri skúmaní vplyvu aktivity vody, najmä čo sa týka zmien v potravinách. Niektoré zjednodušujúce pohľady sa síce zdánlivo komplikujú, ale dá sa očakávať, že ďalšie experimentálne a teoretické práce v tejto oblasti prinesú zlepšenie najmä v oblasti prognóz pre optimálne zloženie a uchovanie potravín. Sem patrí skúmanie aktivity vody na kinetiku reakcií (rýchlostná konštanta, aktivačná energia a entropia), pričom sa uvažuje vplyv koncentrácie látok vo vodnej fáze, vplyv na poriadok reakcie, ako aj vplyv na kvalitu a stabilitu potravinárskych výrobkov. V neposlednom rade sa musí pri týchto úvahách dbať i na paralelne a následne prebiehajúce reakcie [6, 7].

Predkladaná práca sa zameriava na overenie vhodnosti používania výrobného koncentrátu farbív z plodov bazy čiernej na prifarbovanie výrobkov so zvýšenou koncentráciou cukru na základe kinetických meraní a posúdenia reakčných konštánt. Voľne nadväzuje na predchádzajúce práce a využíva získané poznatky tak, že sa orientuje na bezprostredné technologické uplatnenie koncentrátu farbív. Z výrobkov so zvýšenou koncentráciou cukru, ktorá sa pre daný sortiment výrobkov pokladá za dominujúcu pri konzervácii, ako modelové vzorky sa skúmali pripravené sirupy, ktoré zaručujú potrebnú homogennosť skúmaného materiálu.

## Experimentálna časť

### Materiál a metódy

*Príprava vzoriek.* Vzorky sirupov sa pripravili z jablčného muštu zakúpeného v obchodnej sieti. Po odstránení  $\text{CO}_2$  varom boli sirupy pripravené za podmienky zachovania rovnakého podielu ovocnej sušiny tak, aby sa prídavkom sacharózy zvýšil obsah rozpustnej sušiny na 55, 60 a 65 %. Sirupy sa prifarbili koncentrátom farbiva pripraveného z plodov bazy čiernej tak, aby intenzita sfarbenia zodpovedala druhom sirupov v predaji. Vzorky sa zatavili do sklenených ampuliek, zahrievali pri teplote 80, 90 a 100 °C, pričom sa v pravidelných časových intervaloch odoberali z termostatu dvojice vzoriek a po rýchlom ochladení použili na stanovenie sledovaných ukazovateľov. Časť vzoriek sa skladovala pri teplote 28 °C.

*Stanovenie antokyánových farbív.* Antokyánové farbivá sa stanovili pH diferenčnou metódou podľa Fulekiho a Francisa [8], ktorej vhodnosť na stanovenie farbív bazy čiernej sa overila v predchádzajúcej práci [9].

*Príprava koncentrátu farbív bazy čiernej* [10]. V princípe bol vypracovaný tento postup: bobule bazy čiernej sa lisujú, šťava sa pasterizuje, fermentuje hlboko prekvášajúcimi kmeňmi kvasiniek a za nízkej teploty zahusťí na požadovanú koncentráciu rozpustnej sušiny.

*Meranie farby vzoriek.* Farba vzoriek sa merala na prístroji Momcolor D v prechádzajúcom svetle v 10 mm kyvetách, clone 10 mm proti bielemu štandardu č. 78-57-00 ( $X_1 = 63,55$ ,  $X_2 = 16,30$ ,  $Y = 81,16$ ,  $Z = 97,84$ ). Z nameraných hodnôt sa vypočítali farebné diferencie  $\Delta E_{UVW}$  vzhľadom na normové svetlo zdroja C, ďalej trichromatické súradnice a určili sa náhradné vlnové dĺžky  $\lambda_D$  [9, 11]. Namerané hodnoty zmien farebných parametrov sa použili na posúdenie farebnej stability vzoriek sirupov a hodnoty z kinetických meraní sa použili na výpočet rýchlostných konštánt, polčasov rozkladu, hodnôt  $Q_{10}$ , aktivačnej energie a aktivačnej entropie [12, 13].

### Výsledky a diskusia

Výskum stability antokyánových farbív pokračuje napriek vzrastajúcemu počtu poznatkov o rozdielnej citlivosti k rozličným odfarbujúcim a deštruktívnym činidlám vznikajúcich alebo prítomných v potravinách. Väčšina autorov však kladie dôraz na vlastnú degradáciu antokyánov [14–16]. Práce prinášajú pozitívne výsledky s možnosťou posúdiť negatívne vplyvy na úbytok farbív a súčasne podávajú návrhy na opatrenia, ktoré majú znížovať straty farbív. Výsledky možno spravidla uplatniť iba pre úzku oblasť skúmaných podmienok, pričom ich využitie sa komplikuje ďalšími možnými reakciami v rôznorodom potravinárskom materiáli, a navyše sú známe odlišnosti v chemickej štruktúre a zastúpení jednotlivých antokyánových farbív v prírodnom materiáli. Preto je zatiaľ potrebné experimentálne overovať stabilitu používaných farbív v predpokladaných podmienkach technologického využitia, prípadne na získanie a posúdenie dôležitých kinetických ukazovateľov a v nadväznosti na dosiahnuté výsledky odporúčať zodpovedajúce spôsoby spracovania surovín.

V súlade so zámermi znížovania spotreby cukru sa skúmali vzorky roztokov prifarbených vyrobeným koncentrátom farbív z bazy čiernej. Roztoky boli vyrobené na báze jablčnej šťavy s koncentráciou upravenou sacharózou na 55, 60 a 65 % rozpustnej refraktometrickej sušiny. V kinetických štúdiách o odbúraní antokyánov pri teplote 80, 90 a 100 °C sa uvažuje maximálne tepelné zaťaženie pri daných teplotách počas 90 min. Tieto praktické pohľady i určité zjednodušenia boli dôvodom pre posúdenie priebehu odbúrania antokyánových farbív za predpokladu priebehu reakcie 1. poriadku.

Výsledky sledovania úbytku farbív pH diferenčnou metódou sú pre jednotlivé skupiny vzoriek zhrnuté v tabuľke 1. V tabuľke 2 sú údaje o vypočít-

Tabuľka 1. Údaje o zmene koncentrácie antokyánov [mg . l<sup>-1</sup>] vo vzorkách s obsahom rozpustnej sušiny 55, 60 a 65 %  
 Table 1. Data on concentration change of antocyanogens [mg . l<sup>-1</sup>] in samples with 55, 60 and 65 % soluble dry matter content

Konc. sušiny <sup>(1)</sup> [%]	t [°C]	Záhrev <sup>(2)</sup> [min]						
		0	15	30	45	60	75	90
55	80	83,7	81,6	79,5	78,3	78,2	76,3	73,3
	90	85,0	77,0	72,9	71,7	69,2	66,5	61,7
	100	83,7	73,4	65,6	57,9	52,9	45,7	39,0
60	80	81,3	78,8	78,3	76,3	73,9	73,6	72,8
	90	80,8	76,8	74,4	73,2	70,3	64,7	62,1
	100	83,2	74,8	66,5	62,7	58,3	52,3	46,2
65	80	92,9	90,3	89,7	89,2	87,7	86,7	85,0
	90	96,6	90,2	84,4	76,7	75,2	73,6	70,3
	100	91,2	87,9	76,3	68,9	64,1	57,3	52,7

<sup>(1)</sup>Dry matter concentration, <sup>(2)</sup>Heating.

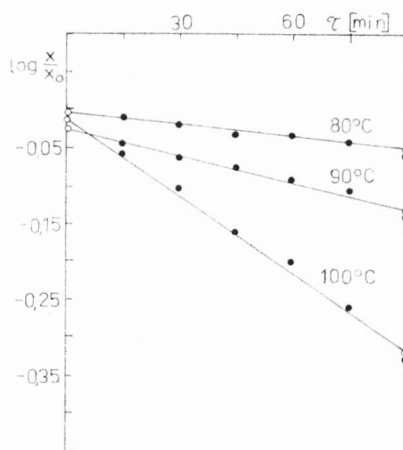
Tabuľka 2. Hodnoty korelačného koeficientu  $r$  pre  $\log (X/X_0) = f(\tau)$  rýchlostných konštánt, polčasov rozkladu a hodnoty  $Q_{10}$  pre vzorky s rôznou koncentráciou rozpustnej sušiny  
 Table 2. Values of correlation coefficient  $r$  for  $\log (X/X_0) = f(\tau)$  of rate constants, decomposition half-lives and of  $Q_{10}$  value in samples with different soluble dry matter concentration

Konc. sušiny <sup>(1)</sup> [%]	t [°C]	$\log \frac{X}{X_0} = f(\tau)$	$k \cdot 10^5$ [s <sup>-1</sup> ]	$\tau_{1/2}$ [h]	$Q_{10}$
55	80	-0,9775	2,19	8,79	2,37
	90	-0,9772	5,18	3,72	2,64
	100	-0,9976	13,70	1,41	
60	80	-0,9779	2,08	9,26	2,29
	90	-0,9829	4,77	4,04	2,18
	100	-0,9958	10,40	1,85	
65	80	-0,9846	1,99	12,92	3,94
	90	-0,9750	5,87	3,28	1,81
	100	-0,9954	10,61	1,81	

<sup>(1)</sup>Dry matter concentration.

taných korelačných koeficientoch ( $r$ ) za predpokladanej lineárnej závislosti  $\log (X/X_0) = f(\tau)$ , o rýchlostných konštántach, polčasoch rozkladu a o hodnotách  $Q_{10}$  pre vzorky s rozdielnym podielom cukru. Vo všetkých prípadoch nadobúdala korelačný koeficient vyššiu hodnotu, ako je kritická hodnota

pre daný počet dvoch nezávisle premenných. Aj pri testovaní korelačného koeficientu  $t$ -testom boli vypočítané hodnoty niekoľkonásobne vyššie ako hodnoty  $t$  uvádzané v tabuľkách [17]. Hodnoty korelačných koeficientov  $r$  sú blízke 1, čo poukazuje na to, že priebeh v danej etape tepelného zaťaženia je blízky funkčnej závislosti, ktorú možno opísať priamkou. Obrázok 1 znázorňuje deštrukciu antokyánov počas záhrevu pre sirup s rozpustnou sušinou stanovenou refraktometricky 55 %. Graficky ilustrujeme dosiahnuté výsledky, ktoré slúžili na výpočet kinetických údajov pri troch koncentráciách cukru a pri troch teplotách.



Obr. 1. Deštrukcia antokyánov počas záhrevu vo vzorkách s rozpustnou sušinou 55 %.  
Fig. 1. Destruction of antocyanogens during heating in samples with 55% of soluble dry matter.

Výsledok určenia rýchlostných konštánt, polčasov rozkladu a hodnôt  $Q_{10}$  poukazuje na stabilizujúci vplyv prídavku cukru. Ukázalo sa, že zvýšenie obsahu rozpustnej sušiny zo 60 na 65 % nemá preukázateľný vplyv na spomalenie deštrukcie antokyánov. Priaznivejší vplyv má zvýšenie koncentrácie z 55 na 60 %. Z nameraných hodnôt možno usudzovať, že sirupy s koncentráciou rozpustnej sušiny 55 % stále nevykazujú rozhodujúci pokles stability farbív v porovnaní so sirupmi s vyššou koncentráciou cukru, za predpokladu použitia termosterilizácie hotového výrobku (plnenie za horúca, výdrž, chladenie). Zníženie obsahu cukru na túto hranicu vyžaduje však dôslednú sanitáciu a dodržiavanie technologickej disciplíny, ak sa nemajú vo zvýšenej miere používať aditívne konzervačné látky. Celkove sa ukázalo, že vyrobený koncentrát antokyánových farbív z bazy čiernej je stabilný a vhodný na pri-farbovanie výrobkov so zvýšenou koncentráciou cukru. Poukazujú na to i polčasy rozkladu a hodnoty  $Q_{10}$ .

Tabuľka 3. Hodnoty aktivačnej energie  $E_A$ , hypotetickej rýchlostnej konštanty  $A$  (frekvenčný faktor) a aktivačnej entropie  $S$  vo vzorkách s rôznou koncentráciou rozpustnej sušiny

Table 3. Values of activation energy  $E_A$ , hypothetical rate constant  $A$  (frequency factor) and of activation entropy  $S$  in samples with different soluble dry matter concentration

Konc. sušiny <sup>(1)</sup> [%]	$\log k = f\left(\frac{1}{T}\right)$ $r$	$A$ [s <sup>-1</sup> ]	$E_A$ [kJ . mol <sup>-1</sup> ]	$AS$ [J . K <sup>-1</sup> . mol <sup>-1</sup> ]
55	-0,9967	$2,3 \cdot 10^{10}$	101,79	-48,09
60	-0,9998	$3,3 \cdot 10^8$	89,28	-83,64
65	-0,9828	$1,5 \cdot 10^9$	93,64	-71,12

$r$  — lineárny korelačný koeficient, štandardná teplota pre výpočet entropie  $t = 90$  °C.<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Dry matter concentration, <sup>(2)</sup> $r$  — linear correlation coefficient, standard temperature for entropy calculation  $t = 90$  °C.

Tabuľka 3 zhrňa ďalšie údaje, ktoré charakterizujú kinetické reakcie rozkladu antokyánov v sledovaných vzorkách, a to aktivačná energia  $E_A$ , hypotetická konštantka  $A$  (frekvenčný faktor) a aktivačná entropia  $S$ . Z vypočítaných aktivačných parametrov možno posúdiť priebeh sledovaných reakcií ako komplexný, pozostávajúci z viacerých čiastočných reakcií. Reakcie vykazujú určitú odchýlku od Arrheniovej rovnice.

Dôležité údaje na posúdenie vhodnosti koncentráty farbív bazy čiernej na prifarbovanie výrobkov so zvýšenou koncentráciou cukru poskytuje aj skladovanie. Prifarbovaním sa má doceliť požadovaná typická farba výrobku, ktorá sa pokladá za dôležitý kvalitatívny ukazovateľ, a túto farbu v maximálnej miere uchovať až po predaj a konzumáciu. Na získanie potrebných informácií sa pripravili sady vzoriek podobne ako na stanovenie termo-

Tabuľka 4. Úbytok antokyánov vo vzorkách s rozpustnou sušinou (RS) 55, 60 a 65 % počas skladovania pri teplote 28 °C

Table 4. Decrease of antocyanogens in samples with 55, 60 and 65 % of soluble dry matter (RS) during storage at 28 °C

Čas [deň] <sup>(1)</sup>	RS = 55 %		RS = 60 %		RS = 65 %	
	$X[\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}]$	$\log \frac{X}{X_0}$	$X[\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}]$	$\log \frac{X}{X_0}$	$X[\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}]$	$\log \frac{X}{X_0}$
0	66,2	0,000	75,8	0,000	68,1	0,000
7	65,1	-0,007	73,8	-0,012	67,5	-0,004
14	60,2	-0,041	68,3	-0,045	63,6	-0,029
21	57,9	-0,058	68,4	-0,045	62,8	-0,035
28	53,4	-0,093	61,3	-0,092	59,4	-0,057
35	50,5	-0,118	57,9	-0,117	57,2	-0,076
42	43,7	-0,180	54,3	-0,145	52,6	-0,112

<sup>(1)</sup>Time [day].

Tabuľka 5. Hodnoty korelačného koeficientu  $r$  pre závislosť  $\log(X/X_0) = f(\tau)$ , rýchlostných konštánt a polčasov rozkladu pre vzorky s rozpustnou sušinou 55, 60 a 65 % skladované pri teplote 28 °C

Table 5. Values of the correlation coefficient  $r$  for the dependence  $\log(X/X_0) = f(\tau)$  of rate constants and decomposition half-lives in samples with 55, 60 and 65 % of soluble dry matter, stored at 28 °C

Konc. sušiny <sup>(1)</sup> [%]	Korelačný koeficient <sup>(2)</sup> $r$	$k \cdot 10^7$ [s <sup>-1</sup> ]	$\tau_{1/2}$ [deň] <sup>(3)</sup>
55	-0,9772	1,11	72,51
60	-0,9839	0,94	85,24
65	-0,9770	0,69	116,18

<sup>(1)</sup>Dry matter concentration, <sup>(2)</sup>Correlation coefficient, <sup>(3)</sup>[day].

deštrukcie. Vzorky sirupov s rozpustnou sušinou 55, 60 a 65 % sa skladovali 42 dní v termostate pri teplote 28 °C. Výsledky stanovenia antokyánov počas skladovania uvádza tabuľka 4. V tabuľke 5 sú údaje o vypočítaných hodnotách lineárnych korelačných koeficientov (aproximácia priebehu reakcie 1. poriadku priamkou) a o rýchlostných konštantách a polčasoch rozkladu. Z výsledkov jednoznačne vyplýva, že so zvyšujúcou sa koncentráciou cukru vzrastá stabilita farbív. Polčas rozkladu vo všetkých prípadoch za nevhodných skladovacích podmienok (teplota) je dobrý a vhodný pre výrobcov. Výsledky potvrdili vhodnosť používania koncentráту farbív z bazy čiernej na prifarbovanie výrobkov so zvýšenou koncentráciou cukru.

Na sledovanie stability vzoriek počas skladovania sa zvolili ďalšie kritériá, a to meranie farby na prístroji Momcolor a výpočet farebných parametrov. Príklad nameraných zmien trichromatických zložiek  $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ , vypočítaných hodnôt trichromatických súradníc  $x$ ,  $y$  (kolorimetrický trojuholník CIE) a hodnôt farebných diferencií  $\Delta E_{uvw}$  [10] je v tabuľke 6 pre sirup s koncentráciou rozpustnej sušiny 60 %. Pokles trichromatických zložiek je charakteristický pre skladovanie všetkých vzoriek. Rovnako pre všetky vzorky platí pri lokalizácii ich farby v kolorimetrickom trojuholníku  $x$ ,  $y$  posun od oblasti spektrálne čistých farieb. Podstatné rozdiely sa nezistili ani pre vypočítanú, tzv. náhradnú vlnovú dĺžku  $\lambda_D$ , ktorá charakterizuje farebný odtieň. Určí sa ako priesečník spojnice bodu  $W_c$  so súradnicami bieleho zmluvného svetla a bodom, ktorý charakterizuje danú vzorku v kolorimetrickom trojuholníku. Na čiare spektrálne čistých farieb sa odčíta náhradná (dominantná) vlnová dĺžka. Hodnoty rozdielov  $\lambda_D$  po lokalizácii vzoriek v trojuholníku  $x$ ,  $y$  vo všetkých prípadoch koncentrácie cukru boli blízke 40 nm. Po vypočítaní hodnôt  $\Delta E_{uvw}$  vzhľadom na biele zmluvné svetlo C možno konštatovať, že majú klesajúci charakter. Po zistení vzájomných rozdielov pre skúmané sady vzoriek oproti diferencii určenej v nultý deň nemožno označiť za význam-

Tabuľka 6. Zmeny trichromatických zložiek X, Y, Z, trichromatických súradníc x, y a farebných diferencií  $\Delta E_{uvw}$  počas skladovania vzoriek s rozpustnou sušinou 60 % pri teplote 28 °C

Table 6. Changes of trichromatic components X, Y, Z, trichromatic coordinates x, y and of colour differences  $\Delta E_{uvw}$  during a storage of samples with 60 % of soluble dry matter at 28 °C

Čas skladovania [deň] <sup>(1)</sup>	Trichromatické zložky <sup>(2)</sup>			Trichromatické súradnice <sup>(3)</sup>		Farebná diferencia <sup>(4)</sup>
	X	Y	Z	x	y	$\Delta E_{uvw}$
0	14,49	6,50	2,17	0,6256	0,2806	136,36
7	14,23	6,50	2,05	0,6246	0,2853	134,95
14	13,80	6,17	1,83	0,6330	0,2823	134,57
21	13,93	6,22	1,95	0,6303	0,2814	134,63
28	13,85	6,27	2,06	0,6244	0,2826	132,87
35	13,81	6,31	2,01	0,6240	0,2851	132,65
42	13,52	6,25	1,99	0,6213	0,2872	130,67

(<sup>1</sup>)Storage time [day], (<sup>2</sup>)Trichromatic components, (<sup>3</sup>)Trichromatic coordinates, (<sup>4</sup>)Colour differences.

ný vplyv koncentrácie cukru v danej oblasti na zmeny farby výrobku. Zistené rozdiely boli v poradí zvyšujúcej sa koncentrácie približne 5,9; 5,7 a 6,3, čo vzhľadom na možnosti merania na prístroji (presnosť a časová opakovateľnosť) a v danej oblasti farieb nepredstavuje podstatný rozdiel. Na druhej strane to poukazuje na rozdielnosť dosiahnutých výsledkov pri hodnotení obsahu farbív (stanovenie antokyánov diferenčnou metódou) a farbou vzoriek, ktorú môžu skresľovať degradačné a kondenzačné produkty v reakčnom prostredí, ktoré sa zúčastňujú na vytváraní celkového farebného vnemu.

## Literatúra

1. Hygienické požiadavky na cudzorodé látky v požívatinách. Záväzné opatrenia 35. Vestník Ministerstva zdravotníctva SSR, 1977.
2. MACHTER, E. E.: J. Agric. Food Chem., 1, 1953, s. 574.
3. KULESZA, J. — WILSKA — JESZAKA, J.: Prom. Spoz., 21, 1967, s. 7.
4. TINSLEY, C. F. — BOCKAIN, A. H.: Food Res., 25, 1960, s. 161.
5. KYZLINK, V., ČURDA, D.: Z. Lebensm.-Unters. u. Forsch., 143, 1970, s. 263.
6. LABUZA, T. P.: Food Technol., 34, 1980, s. 36.
7. ROCKLAND, L. B. — NISHI, S. K.: Food Technol., 34, 1980, s. 42.
8. FULEKI, T. — FRANCIS, F. J.: J. Food Sci., 33, 1968, s. 72.
9. DRDÁK, M. — GREIF, G. — FARKAŠOVÁ, J.: Bull. potr. Výskumu, 22, 1983, č. 1, s. 21.
10. DRDÁK, M. — MALÍK, F. — ŠILHÁROVÁ, A. — GREIF, G.: Bull. potr. Výskumu, 22, 1983, č. 1, s. 29.
11. ČSN 01 1718.
12. KOPANICA, M. — STARÁ, V.: Kinetické metody v chemické analýze. Praha, SNTL 1978.



13. DRDÁK, M. — HAYDEN, J.: Bull. potr. Výskumu, 22, 1983, č. 3, s. 149.
14. SASTRY, L. V. L. — TISCHER, R. G.: Food Technol., 6, 1952, s. 82.
15. STARR, M. — FRANCIS, P.: Food Technol., 22, 1968, s. 391.
16. ERLANDSON, J. A. — WROLSTAD, R. E.: J. Food Sci., 37, 1972, s. 592.
17. ECKSCHLAGER, K. — HORSÁK, I. — KODEJŠ, Z.: Vyhodnocování analytických výsledků a metod. Praha, SNTL 1980.

#### Красители бузины черной (*Sambucus nigra*)

##### IV. Стойкость красителей в растворах с повышенной концентрацией сахара

##### Резюме

В модельных растворах сиропов, окрашенных концентратом красителей бузины черной сравнивается стойкость антоцианов в ходе нагревания при температуре 80, 90 и 100 °C. По убыванию красителей при условии протекания реакций первого порядка определялись значения постоянных скорости разложения красителей, время полураспада, значения  $Q_{10}$ , энергии активации, гипотетической постоянной скорости и активационной энтропии. Часть образцов хранилась при температуре 28 °C и также определялись значения постоянных скорости и времени полураспада для образцов с концентрацией растворимого сухого вещества 55, 60 и 65 %. Складированные образцы и изменения их окраски оценивались в системе CIE 1931 и рассчитывались значения цветных дифференций. Изготовленный концентрат красителей обладает свойствами, пригодными для подкрашивания изделий с повышенной концентрацией сахара.

#### Elder dyes (*Sambucus nigra*)

##### IV. Stability of dyes in solutions with increased concentration of sugar

##### Summary

The stability of antocyanogens was compared on model solutions of syrups dyed with a concentrate of dyes from elder during heating at temperatures of 80, 90 and 100°C. The values of rate constants of dyes' decomposition, of decomposition half-lines,  $Q_{10}$  values, values of activation energy, hypotetic rate constant and of activation entropy were calculated from decrease of dyes, by means of the reactions of the first order. A part of samples was stored at the temperature of 28°C. The values of rate constants and decomposition half-lives for samples with 55, 60 and 65 % soluble dry matter concentrations were determined. The stored samples and the change of their colour were evaluated by the system CIE 1931 and values of colour differences were calculated. The produced concentrate of dyes is suitable for dyeing the products with an increased concentration of sugar.