

## Vlastnosti fosforečných monoesterov škrobu

TERÉZIA VACOVÁ

**Súhrn.** Testovali sa funkčné vlastnosti troch druhov fosforečných monoesterov kukuričného škrobu s cieľom výberu optimálneho postupu modifikácie z hľadiska požadovaných vlastností produktu. Uvádzajú sa výsledky reologického sledovania mazov pripravených z fosforečných monoesterov škrobu a natívneho škrobu vo vode, v kyslom prostredí a v prítomnosti NaCl. Škrobové mazysa sledovali čerstvé, uskladnené 5 dní pri 5 °C, zmrazené pri —18 °C, rozmrazené a sterilizované 1 h pri 105 °C. Paralelne sa sledoval aj účinok homogenizácie pred meraním na všetky vzorky. Na základe zhodnotenia výsledkov sa vytipovala vzorka, ktorá najviac vyhovuje predpokladaným podmienkam uplatnenia. Na dosiahnutie optimálnych vlastností preparátu vplýva vo veľkej miere východisková štruktúra škrobu a standardizácia modifikačného postupu.

Modifikované škroby nachádzajú široké uplatnenie takmer vo všetkých potravinárskych odboroch. Vo svetovom meradle je spotreba potravinárskych modifikovaných škrobov väčšia ako súhrnná spotreba ostatných hydrokoloidov. V ČSSR sa vyrába bohatý sortiment modifikovaných škrobov, z toho menšia časť sa dá využiť v potravinárskom priemysle. Súčasná spotreba modifikovaných škrobov u nás pre potravinárske účely je asi 3000 t ročne, kvantitatívne i kvalitatívne nároky potravinárskeho priemyslu sú však oveľa väčšie, ako je možné pokryť súčasnými výrobnými kapacitami. V 8. päťročnici sa plánuje ďalšie rozšírenie palety vyrábaných modifikovaných škrobov o niektoré druhy s novými vlastnosťami. Uvažuje sa aj s možnosťou zavedenia výroby fosforečných monoesterov škrobu v n. p. Slovenské škrobárne.

Fosforečné monoestery škrobu (FMŠ) patria medzi aditívne látky, povolené do potravín v rámci FAO/WHO i u nás, pričom nie je špecifikovaná hodnota ADI [1]. Možno ich použiť ako zahusťovadlá a stabilizátory do polievok, majonéz, tukových krémov, cukrárskych ovocných náplní, na zlepšenie akosti

---

Ing. Terézia Vacová, CSc., Výskumný ústav potravinársky, Trenčianska 53, 825 09 Bratislava.

pekárskych výrobkov a pod. V porovnaní s natívnymi škrobmi prispievajú FMŠ aj k lepšiemu uplatneniu niektorých aromatických látok vo výrobkoch [2].

V zahraničí sa vyrábajú potravinárske FMŠ modifikáciou škrobu, získaného zo špeciálnej, tzv. voskovej kukurice. Na rozdiel od kukurice pestovanej u nás má takýto škrob odlišnú molekulovú štruktúru. Bežné škroby obsahujú dve polysacharidové zložky (amylózu s lineárnymi  $\alpha(1\rightarrow4)$  glukozidickými väzbami D-glukopyranózových jednotiek a amylopektín, kde sa okrem toho na každú 10. až 12. glukózovú jednotku pripája  $\alpha(1\rightarrow6)$  väzbou ďalší reťazec, čím vzniká rozvetvená štruktúra), kým voskové škroby obsahujú iba rozvetvenú amylopektínovú frakciu. Lineárna frakcia spôsobuje retrogradáciu škrobového mazu pri chladení, preto voskové škroby pri zahusťovaní neretrograduujú.

Natívne škroby (bežné i voskové) počas varenia vo vode napúčajú, pričom sa získajú mazy s vysokou viskozitou. Napučané škrobové zrná sú pomerne krehké a mechanickým pôsobením alebo ďalším pôsobením vysokej, prípadne veľmi nízkej teploty praskajú. Textúra mazov pripravených z natívnych škrobov je preto nestabilná.

FMŠ z voskovej kukurice poskytujú mazy, ktoré si lepšie zachovávajú textúru a odolávajú retrogradácii a syneréze pri rozličných podmienkach. Možnosti využitia týchto FMŠ závisia od stupňa ich modifikácie [3].

Nízkomodifikované FMŠ sa odporúčajú aplikovať pri vysokých teplotách v neutrálnych alebo slabo kyslých potravinových systémoch. Sú stabilné aj pri nasledujúcom dlhodobom skladovaní pri nízkych teplotách. Strednemodifikované FMŠ sú vhodné na aplikáciu v stredne kyslých systémoch. Mazy majú stabilnú textúru aj pri zmrazovaní a rozmrazovaní a pri vysokých teplotách. Odporúčajú sa na použitie v dojčenskej výžive a ovocných pudingoch. Vysokomodifikované FMŠ sú určené na použitie pri vysokých teplotách, pričom neretrograduujú ani vo veľmi kyslom prostredí. Sterilizované pudingy vyrobené pomocou nich majú homogénny vzhľad, vysokú viskozitu a výbornú arómu [2, 4].

Závislosť stupňa modifikácie škrobu voskovej kukurice od podmienok modifikácie podrobne rozpracovali sovietski autori. Zistili, že záleží najmä od rozmeru škrobových zŕn, druhu modifikačného činidla, jeho koncentrácie, pH prostredia, teploty a času pôsobenia činidla [5, 6]. Oveľa lepšie funkčné vlastnosti FMŠ sa zabezpečia vtedy, ak sa do reakčnej zmesi pred termickou úpravou pridá močovina v koncentrácii 20 až 26 g.kg<sup>-1</sup> [7].

V záujme zabezpečenia zdravotnej neškodnosti FMŠ nemožno pri ich výrobe aplikovať močovinu. Podľa FAO je postup výroby FMŠ limitovaný ako esterifikácia kyselinou trihydrofosforečnou, fosforečnanom sodným, fosforečnanom draselným alebo polyfosforečnanom sodným [8].

Vychádzajúc z publikovaných poznatkov o podmienkach prípravy FMŠ a pri vylúčení aplikácie močoviny sa pripravili v n. p. Slovenské škrobárne,

Trnava, tri druhy FMŠ z bežného kukuričného škrobu. S cieľom optimalizovať modifikačný postup tak, aby sa získal prípravok s vlastnosťami, čo najviac sa približujúcimi požiadavkám, bolo našou úlohou otestovať vývojové výrobky z hľadiska ich využiteľnosti v predpokladaných podmienkach uplatnenia.

### Experimentálna časť

Testovali sme fyzikálne vlastnosti troch vzoriek FMŠ (E1, E2, E3) pripravených v laboratórnych podmienkach Slovenských škrobární, n. p., Trnava. Podmienky ich prípravy sú v tabuľke 1. Ako porovnávaciu vzorku sme použili natívny kukuričný škrob Maizena vyrobený podľa ČSN 56 6122 (vzorka M).

Predpokladanou oblasťou uplatnenia FMŠ sú výrobky VHJ LIKO, preto sme sledovali tieto charakteristiky vzoriek:

a) rozpustnosť vo vode za studena, pri 25 °C (koncentrácia sušiny v disperzii bola 5 g.kg<sup>-1</sup>),

b) vlastnosti škrobových mazov o koncentrácii škrobovej sušiny 5 g.kg<sup>-1</sup>, pripravených:

ba) vo vode,

bb) s prídavkom NaCl v množstve 20 g.kg<sup>-1</sup>,

bc) s úpravou prostredia na pH 3,3 pomocou kyseliny citrónovej.

Škrobové mazy sa sledovali:

a) čerstvé,

b) uskladnené 5 dní pri 5 °C,

c) uskladnené 24 hodín pri -18 °C (efekt zmrazenia a rozmrazenia),

Tabuľka 1. Podmienky prípravy testovaných vzoriek fosforečných monoesterov škrobu  
Table 1. The conditions for preparation the test samples of monostarch phosphates

	E1	E2	E3
Teplota modifikácie <sup>1</sup> [°C]	170	170	160
Čas tepelnej modifikácie <sup>2</sup> [min]	120	120	150
Koncentrácia reagencie <sup>3</sup> [mol.l <sup>-1</sup> ]	0,03	0,02	0,03
Obsah fosforu <sup>4</sup> [g.kg <sup>-1</sup> ]	1,08	1,04	1,18

<sup>1</sup>Modification temperature; <sup>2</sup>Time of thermal modification; <sup>3</sup>Reactant concentration; <sup>4</sup>Phosphorus content.

d) zahrievané 1 hodinu pri 105 °C (efekt sterilizácie), a to vo všetkých prípadoch jednak priamo, jednak po predchádzajúcej homogenizácii na laboratórnom homogenizátore 1 minútu pri frekvencii 6000 min<sup>-1</sup>.

*Distribúcia sušiny.* V disperziách pripravených za studena a v škrobových mazoch sa sledoval obsah sušiny v supernatante po centrifugácii vzoriek počas 15 minút pri frekvencii 3000 min<sup>-1</sup>. Z obsahu sušiny v supernatante sa usudzovalo na množstvo rozpusteného škrobu [9].

*Vzhľad škrobových mazov.* Škrobové mazy sa hodnotili podľa zvolenej stupnice: 1 — homogénny maz, 2 — takmer homogénny maz, vykazujúci malú synerézu, 3 — retrogradovaný maz s gumovitou, zrnitou štruktúrou, oddeľujúci po stlačení väčšie množstvo vody.

*Tokové vlastnosti škrobových mazov.* Tokové vlastnosti sa sledovali na základe meraní škrobových mazov na rotačných viskozimetroch Rheotest 2 (VEB MLW, NDR) a Epprecht Rheometer STV (Contraves AG, Švajčiarsko). Tokové čiary, vykazujúce funkčnú závislosť  $\tau_r = f(D_r)$ , kde  $\tau_r$  je dotyčnicové napätie (Pa) a  $D_r$  je rýchlosť deformácie (s<sup>-1</sup>), sa extrapolovali a vyhodnotili sa statické medze toku  $\tau_0$ , ktoré sú mierou konzistencie vzoriek. Vzájomné polohy tokových čiar pri ich grafickom vyjadrení poukazujú na zmeny v textúre vzoriek, spôsobené daným technologickým zásahom. Veľkosť zmien dynamickej viskozity  $\eta$  (Pa.s) jednotlivých vzoriek sme porovnávali vždy vzhľadom na viskozitu čerstvej vzorky pri frekvencii rotujúceho valca, ktorá zodpovedala dotyčnicovej rýchlosti  $D_r = 81 \text{ s}^{-1}$ .

## Výsledky a diskusia

Správna voľba typu hydrokoloidu je významná z hľadiska zabezpečenia požadovanej textúry výrobkov a jej stability pri technologickom spracovaní, uskladnení a transporte. Vlastnosti modifikovaných škrobov sú závislé od ich molekulovej štruktúry, ktorá sa dá ovplyvniť odchýlkami v modifikačnom postupe.

Fosforečné monoestery škrobu pripravené overovanými postupmi nie sú rozpustné za studena. Napriek tomu, že hodnoty sušiny v supernatante disperzií pripravených s vodou pri 25 °C boli o málo vyššie pre FMŠ ako pre natívny škrob, ich rozpustnosť je veľmi nízka (tab. 2). Škrobové zrná bežne nie sú rozpustné v studenej vode. Rozpustnosť by mohol zlepšiť iba modifikačný postup spojený s porušením vodíkových väzieb, ktoré držia molekulovú sieť v danej forme.

Príprava škrobových mazov pri zahrievaní suspenzií je spojená s narušením vodíkových väzieb a hydrataciou amylózy a amylopektínu. Časť rozpustných

Tabuľka 2. Sušina a rozpustný podiel škrobových disperzií pripravených vo vode pri 25 °C  
Table 2. Dry matter and the soluble portion of starch dispersions prepared in water at 25 °C

Vzorka <sup>1</sup>	Sušina <sup>2</sup> [g.kg <sup>-1</sup> ]	Rozpustnosť vzhľadom na sušinu <sup>3</sup> [g.kg <sup>-1</sup> ]
E1	977,9	10,6
E2	953,7	39,1
E3	958,0	42,8
M	906,8	1,6

<sup>1</sup>Sample; <sup>2</sup>Dry matter; <sup>3</sup>Solubility with regard to the dry matter.

Tabuľka 3. Vzhľad a statické medze toku škrobových mazov  
Table 3. Appearance and statical limits of the flow starch pastes

Vzorka <sup>1</sup> [5 g.kg <sup>-1</sup> ]		v H <sub>2</sub> O		v NaCl [20 g.kg <sup>-1</sup> ]		pH 3,3	
		vzhľad <sup>2</sup>	$\tau_0$ [Pa]	vzhľad	$\tau_0$ [Pa]	vzhľad	$\tau_0$ [Pa]
E1	čerstvá <sup>3</sup>	1	12,8	1	0,0	1	8,2
	5 dní pri 5 °C <sup>4</sup>	2	11,6	2	0,0	2	8,0
	1 deň pri —18 °C <sup>5</sup>	2	4,4	2	6,0	2	5,6
	čerstvá	1	12,0	1	0,0	1	0,0
E2	5 dní pri 5 °C	2	9,6	2	0,0	2	0,0
	1 deň pri —18 °C	2	4,8	2	8,0	2	8,0
	čerstvá	1	11,6	1	0,0	1	9,5
	5 dní pri 5 °C	2	10,8	2	0,0	2	8,8
E3	1 deň pri —18 °C	2	2,0	2	0,0	2	4,8
	čerstvá	1	5,6	1	0,0	1	0,0
	5 dní pri 5 °C	2	8,4	2	10,4	2	0,0
	1 deň pri —18 °C	3	2,8	3	×	3	0,0

x — vzorka veľmi nehomogénna — nemeľateľná.

x — Strongly inhomogeneous — unmeasurable sample.

<sup>1</sup>Sample; <sup>2</sup>Appearance; <sup>3</sup>Fresh; <sup>4</sup>5 days at 5 °C; <sup>5</sup>1 day at —18 °C.

látok sa pritom z napučaných škrobových zŕn extrahuje, zvyšuje sa viskozita mazu a systém sa stáva priehľadnejším. Intenzívnejší zŕhrev alebo mechanické pôsobenie spôsobujú deštrukciu napučaných škrobových zŕn, v dôsledku čoho sa viskozita znižuje a menia sa senzorické vlastnosti mazu [10].

Zdanlivú viskozitu vzoriek možno porovnať na základe hodnôt statických medzí toku  $\tau_0$  (tab. 3). Nižšie hodnoty statických medzí toku znamenajú

tekutejší, menej viskózný materiál. Z výsledkov vyplývajú zreteľné rozdiely medzi škrobovými mazmi pripravenými v rozličnom prostredí i medzi škrobovými mazmi pripravenými zo vzoriek FMŠ a natívneho škrobu M.

Ako sa predpokladalo, vplyv vysokej teploty (1 hodinu pri 105 °C) sa prejavil na vzorke M (škrobový maz pripravený s vodou), kde sa viskozita v porovnaní s čerstvou vzorkou znížila, kým vzorky FMŠ boli po sterilizácii viskóznejšie. Všetky vzorky pripravené v kyslom prostredí a s prídavkom chloridu sodného mali takisto zvýšenú viskozitu. Homogenizácia vzoriek výrazne porušila pôvodnú štruktúru vytvoreného systému tak, že vzorky zostali veľmi riedke. Priaznivý vplyv homogenizácie sa prejavil iba vo vzorke E2 pripravenej v kyslom prostredí.

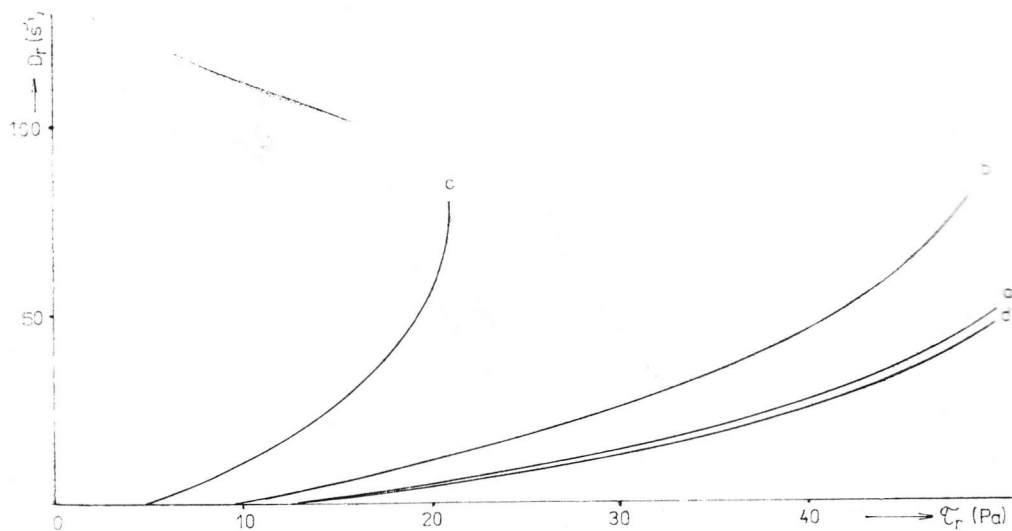
So zvyšujúcou sa viskozitou mazu vznikajú lepšie podmienky pre spriadanie do gélových formácií po vychladnutí [11]. Na vlastnosti škrobových gélov má významný vplyv teplota a zrenie. Pri chladení zväčšuje amylozová zložka škrobu svoj rozmer, čím vzniká systém so zvyšujúcou sa viskozitou. Pri zrení škrobové gély strácajú schopnosť zadržiavať vodu vo vnútri zŕn a dochádza k syneréze, ktorá je v potravinových systémoch nežiadúcim javom. Syneréza škrobu sa výrazne zvyšuje pri zmrazovaní a rozmrazovaní. Keďže ide o zásah do vnútornej gélovej štruktúry materiálu, často dochádza k retrogradácii systému [10].

Porovnanie statických medzí toku podľa tabuľky 3 poukázalo na zmeny v tekutosti škrobových mazov po ich uskladnení pri 5 °C a po zmrazení a rozmrazení. Vzhľadovo sa všetky vzorky líšili od čerstvých. Vzorky natívneho škrobu M boli po zmrazení a rozmrazení zreteľne retrogradované.

Hodnoty statických medzí toku nie sú dostatočnou charakteristikou textúry škrobových mazov po ich uskladnení a technologickej manipulácii. Tieto zmeny možno lepšie porovnávať na základe tokových čiar nameraných pri rovnakých experimentálnych podmienkach. Všetky škrobové mazy s obsahom sušiny 5 g.kg<sup>-1</sup> vykazovali podobný priebeh — Cassonov plastický tok — pričom boli vzájomne posunuté. Pre názornosť sú uvedené tokové čiary vzorky E2 pre škrobový maz pripravený vo vodnom prostredí (obr. 1), škrobový maz pripravený s prídavkom NaCl (obr. 2) a škrobový maz v prostredí pH 3,3 (obr. 3).

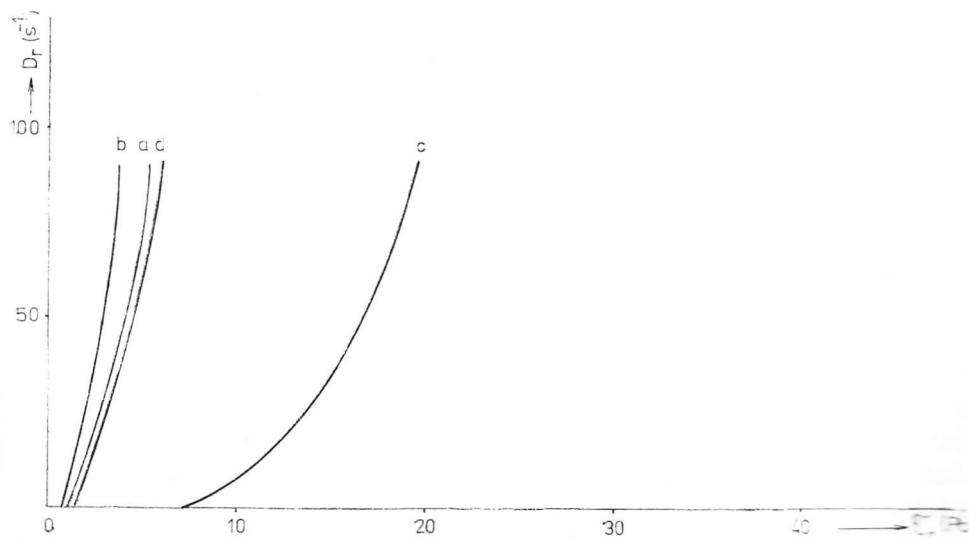
Celkový charakter vzoriek možno objektívne zhodnotiť a porovnať podľa hodnôt dotyčnicových napätí  $\tau_r$  (Pa) nameraných pri vyšších rýchlostiach deformácie, resp. podľa hodnôt dynamických viskozít pri týchto podmienkach. Pre naše vyhodnotenie sme použili rýchlosť deformácie  $D_r = 81 \text{ s}^{-1}$ .

V tabuľke 4 sú hodnoty dynamickej viskozity  $\eta$  (mPa.s) pre všetky vzorky škrobových mazov. Hodnoty  $\eta > 300 \text{ mPa.s}$  patria homogénnym, pomerne hustým mazom. Hodnoty  $240 \text{ mPa.s} < \eta < 300 \text{ mPa.s}$  patria pomerne homogénnym, riedkym mazom a hodnoty  $\eta < 240 \text{ mPa.s}$  znamenajú riedke, väčšinou nehomogénne mazy so zreteľnou synerézou alebo retrogradáciou.



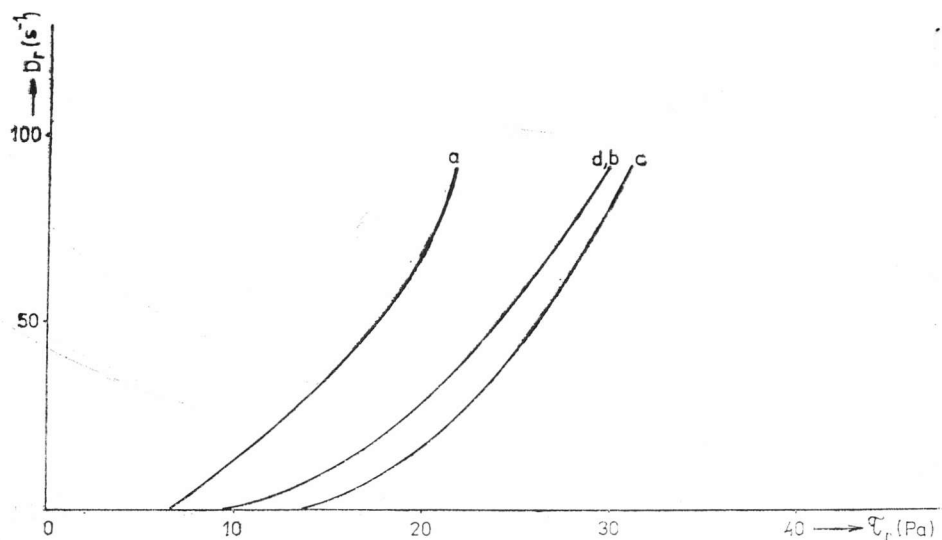
Obr. 1. Tokové čiary čistého škrobového mazu  $E_2$ . a — čerstvý, b — 5 dní pri  $5^\circ\text{C}$ , c — 1 deň pri  $-18^\circ\text{C}$ , d — 1 h pri  $105^\circ\text{C}$ .

Fig. 1. Flow lines of the pure starch paste  $E_2$ . a — fresh, b — 5 days at  $5^\circ\text{C}$ , c — 1 day at  $-18^\circ\text{C}$ , d — 1 h at  $105^\circ\text{C}$ .



Obr. 2. Tokové čiary škrobového mazu  $E_2$  s prídavkom NaCl. a—d — pozri obrázok 1.

Fig. 2. Flow lines of the starch paste  $E_2$  with NaCl addition. For a—d see Fig. 1.



Obr. 3. Tokové čiary škrobového mazu  $E_2$ , pH 3.3. a—d — pozri obrázok 1.

Fig. 3. Flow lines of the starch  $E_2$ , pH 3.3. For a—d see Fig. 1.

Podľa tabuľky možno jednoznačne vyhodnotiť vplyv prostredia a nasledujúceho technologického zásahu na charakter systému. Z toho vyplývajúce súhrnné vyhodnotenie vhodnosti škrobov FMS pre podmienky ich využitia je v tabuľke 5.

V neutrálnom prostredí, bez prídavku NaCl možno uplatniť vzorky E1, E2 a E3 v čerstvých škrobových mazoch, v mazoch určených na chladiarenské uskladnenie i na sterilizáciu. Najvhodnejšia je pritom vzorka E3, ktorá si zachováva približne rovnakú, hustú konzistenciu.

Ani jedna z testovaných vzoriek sa nedá využiť vo výrobkoch slaného typu (viskozity sú veľmi nízke), čo možno vysvetliť polyelektrolytickým charakterom FMS a je to v súlade s výsledkami iných autorov [2, 4].

V kyslom prostredí sú na prípravu mazov určených na chladiarenské uskladnenie a na sterilizáciu dajú využiť vzorky E1, E2 a E3. Vo vzorkách E1 a E3 sa pri chladiarenskom uskladnení zvyšuje viskozita približne rovnako, pričom o trochu hustejšia je vzorka E1. Po sterilizácii je viskóznejšia vzorka E3. Škrobový maz vzorky E2 pripravený v kyslom prostredí je okrem chladiarenského uskladnenia a sterilizácie vhodný aj na zmrazovanie a je odolný aj proti mechanickému pôsobeniu po sterilizácii (napr. prečerpávanie, doprava s otrasmi a pod.). Uskladnené a opracované mazy vzorky E2 sú v porovnaní s čerstvým mazom viskóznejšie, avšak všetky vzorky majú primeranú, homogénnu, približne rovnakú konzistenciu.

Celkove majú vzorky modifikovaných škrobov sledovaných vzoriek lepšie



Tabuľka 4. Dynamická viskozita  $\eta$  [mPa.s] vzoriek škrobových mazov v koncentrácii 5 g.kg<sup>-1</sup> pri  $D_r = 81 \text{ s}^{-1}$   
 Table 4. Dynamic viscosity  $\eta$  [mPa.s] of samples of starch pastes in 5 g kg<sup>-1</sup> concentration at shear rate  $D_r = 81 \text{ s}^{-1}$

Vzorka <sup>1</sup>		Homogeni- zovaná pred meraním <sup>2</sup>	Čerstvá <sup>3</sup>	5 dní pri 5 °C <sup>4</sup>	1 deň pri -18 °C <sup>5</sup>	1 h pri 105 °C <sup>6</sup>
E1	vo vode <sup>7</sup>	—	623,5	703,7	237,0	871,6
		+	70,4	91,4	34,6	104,9
	+ NaCl	—	83,9	70,4	202,5	91,4
		+	24,7	34,6	30,9	41,9
	pH 3,3	—	291,4	455,6	207,4	329,6
		+	70,4	83,9	17,3	109,9
E2	vo vode	—	733,3	598,8	256,8	758,0
		+	91,4	112,3	55,5	112,3
	+ NaCl	—	62,9	41,9	241,9	70,4
		+	34,6	17,3	20,9	38,3
	pH 3,3	—	262,9	375,3	386,4	376,5
		+	59,3	66,6	13,5	445,6
E3	vo vode	—	683,9	693,8	182,7	723,4
		+	101,2	83,9	91,3	119,8
	+ NaCl	—	74,1	70,3	55,6	98,8
		+	27,2	20,9	55,6	41,9
	pH 3,3	—	241,9	391,4	227,2	425,9
		+	62,9	70,4	38,3	125,9
M	vo vode	—	386,8	408,1	—	154,0
		—	14,2	14,0	—	14,0
	+ NaCl	—	164,7	532,8	—	176,3
		—	18,4	18,2	—	25,1
	pH 3,3	—	123,3	448,8	—	187,9
		—	13,9	14,0	—	21,2

<sup>1</sup>Sample; <sup>2</sup>Homogenized prior to measurement; <sup>3</sup>Fresh; <sup>4</sup>5 days at 5°C; <sup>5</sup>1 day at -18°C; <sup>6</sup>1 h at 105°C; <sup>7</sup>In water.

vlastnosti ako natívny škrob. Najlepšími vlastnosťami sa vyznačuje vývojová vzorka E2, ktorá sa pripravila modifikáciou natívneho kukuričného škrobu pri 170 °C počas 120 minút, pri aplikácii zmesi hydrofosforečnanu sodného a dihydrofosforečnanu sodného koncentrácie 0,02 mol.l<sup>-1</sup>. Škrobový maz z tejto vzorky sa dá využiť v kyslom prostredí a možno ho na krátky čas uskladniť pri chladiarenských teplotách, zmraziť a rozmraziť, sterilizovať a prípadne po sterilizácii homogenizovať. Vo všetkých uvedených prípadoch majú škrobové mazy primeranú, približne rovnakú viskozitu. Pre využitie v prostredí NaCl by bolo potrebné overiť vlastnosti mazu v prítomnosti ďalšieho stabilizátora [2]. Pri uplatnení tohto modifikovaného škrobu v konkrétnych typoch výrobkov bude potrebné brať do úvahy možnosť ovplyvnenia textúry škrobových

Tabuľka 5. Vyhodnotenie vlastností vývojových vzoriek modifikovaných škrobov  
Table 5. Evaluation of the properties of developmental samples of modified starches

Vzorka <sup>1</sup>		Vhodné podmienky uplatnenia <sup>2</sup>	Zmena dynamickej vis- kozity pri $D_r = 81 \text{ s}^{-1}$ v porovnaní s čerstvou [mPa.s] vzorkou <sup>3</sup>
E1	vo vode <sup>4</sup>	+ 5 °C + 105 °C	+ 80,2 + 248,1
	+ NaCl	—	
	pH 3,3	+ 5 °C + 105 °C	+ 164,2 + 38,2
E2	vo vode	+ 5 °C + 105 °C	—134,5 + 24,7
	+ NaCl	—	
	pH 3,3	+ 5 °C — 18 °C + 105 °C + 105 °C + homogenizácia <sup>5</sup>	+ 112,4 + 123,5 + 113,6 + 182,7
E3	vo vode	+ 5 °C + 105 °C	+ 9,9 + 39,5
	+ NaCl	—	
	pH 3,3	+ 5 °C — 105 °C	+ 149,5 + 184,0

<sup>1</sup>Sample; <sup>2</sup>Suitable application conditions; <sup>3</sup>Change of dynamic viscosity at shear rate  $D_r = 81 \text{ s}^{-1}$  when compared with fresh sample; <sup>4</sup>In water; <sup>5</sup>Homogenization.

mazov ďalšími zložkami výrobkov, najmä tukovými zložkami, ako i prípadnými inými povrchovoaktívnymi prídavnými látkami [2].

Správna voľba typu škrobu je dôležitá z hľadiska uplatnenia v potravinových systémoch. Uvedené sledovanie umožnilo vybrať z daných troch možností výrobného postupu FMŠ ten, ktorým sa získala vzorka najviac vyhovujúca predpokladaným podmienkam uplatnenia v potravinách. Napriek očakávaniu nezodpovedajú vlastnosti tejto vzorky vlastnostiam dosahovaným s FMŠ v zahraničí v dôsledku inej vstupnej suroviny. Dosiahnuté výsledky treba pokladať iba za orientačný podklad pre výber optimálneho technologického postupu. Výroba a aplikácia potravinárskeho FMŠ v budúcnosti je podmienená identitou a čistotou produktu, v súlade s platnými predpismi [1, 8].

## Literatúra

1. ROSIVAL, L. — SZOKOLAY, A.: Cudzorodé látky v požívatínach. 2. vyd., Martin, 1985.
2. CHOBINGER, U.: Alimenta, 11, 1972, č. 3, s. 99.

3. ŽUŠMAN, A. I. — KOPTELOVA, E. K. — TKAČENKO, E. I.: *Sachar. prom.*, 49, 1970, č. 4, s. 48.
4. KATZBEK, W.: *Food Technol.*, 26, 1972, s. 32.
5. BYKOVA, S. T. — ŽUŠMAN, A. I. — MISIKOVA, E. A. — LUKJANOV, A. B.: *Sachar. prom.*, 48, 1969, č. 7, s. 63.
6. LUALLEN, T. E.: *Food Technol.*, 39, 1985, č. 1, s. 59.
7. LOBAČEVA, G. N. — KOVTUNENKO, L. A.: *Sachar. prom.*, 45, 1966, č. 5, s. 49.
8. Specifications for Identity and Purity. FAO Food and Nutritional Paper 25. Joint FAO/WHO Export Committee on Food Additives. Rome 1982.
9. BYKOVA, S. T. — LUKJANOV, A. B.: *Sachar. prom.*, 43, 1964, č. 3, s. 48.
10. URQUIDI, R. L.: *Food Processing*, 37, 1976, č. 5, s. 52.
11. VACOVÁ, T. — KRKOŠKOVÁ, B.: *Emulzie v potravinářství*. 1. vyd., Bratislava, 1984.

### Свойства монокрахмальных фосфатов

#### Резюме

Проводились испытания функциональных свойств трех разновидностей монокрахмальных фосфатов с целью выбора оптимального способа модификации с точки зрения требуемых свойств продукта. Приведены результаты реологического наблюдения за клейстерами, изготовленными из монокрахмальных фосфатов и из нативного крахмала в воде, в кислой среде и в присутствии NaCl. Крахмальные клейстеры исследовались свежие, хранимые 5 дней при температуре 5 °C, замороженные при —18 °C и размороженные, как и стерилизованные в течение одного часа при температуре 105 °C. Параллельно исследовалось так же действие гомогенизации до измерения на все образцы. На основании оценки результатов был выбран образец, наиболее соответствующий предлагаемым условиям применения. На достижение оптимальных свойств препарата влияет в большой мере исходная структура крахмала и стандартизация способа модификации.

### Properties of monostarch phosphates

#### Summary

The functional properties of three kinds of monostarch phosphates of maize starch have been tested with the aim to find the optimum modification procedure from the aspect of the required product properties. The results of rheological study of pastes prepared from monostarch phosphates and native starch (in water acid environment and under the presence of NaCl) are presented. Starch pastes were observed when fresh, stored for 5 days at 5 °C, frozen at —18 °C, defrosted, as well as when sterilized for 1 h at 105 °C. At the same time, the homogenization effect prior to measuring has been observed in all samples. On the basis of the evaluation of results, a sample has been selected that corresponds best to the application conditions expected. The obtained properties are, to a great extent, affected by the starting starch structure and by the standardization of the modification procedure.