

## VPLYV PODMIENOK MÁČANIA NA VÝŤAŽOK KUKURIČNÉHO ŠKROBU

PETER HANULA

Ústredný výskumný ústav potravinárskeho priemyslu a výkupu v Bratislave

Máčanie kukuričného zrna pri výrobe škrobu je podmienené týmito technologickými faktormi: teplotou, koncentráciou  $\text{SO}_2$  a dobou máčania. Ak v priebehu máčania kolíše koncentrácia  $\text{SO}_2$ , v závislosti od doby máčania a teploty varíruje nielen zloženie máčacej vody (corn-steepu), ale aj vlastnosti separovaného škrobu.

Ako uvádza J. J. Glagoljev [1], hoci podmienky máčania zrna do značnej miery ovplyvňujú technologický výťažok škrobu, z tohto aspektu proces máčania je pomerne menej objasnený. Práce staršieho dáta, ktoré vykonali J. A. Cox, McMaster a W. Hilbert [2], sledovali najmä vplyv uvedených faktorov na viskozitu škrobu; podobne sú zamerané i práce Dostálove [3].

Keďže však proces získavania škrobu z kukuričného zrna úzko súvisí s rozpúšťaním bielkovín počas máčania, je to práve teplota, koncentrácia  $\text{SO}_2$  a doba máčania, ktoré podmieňujú koloidno-chemickú rozpustnosť zrna. Zmeny v rozpustnosti bielkovín zrna priebehom máčania môžu byť podmienené nielen denaturáciou bielkovín, ale aj fyzikálnymi vlastnosťami zrna, ako napríklad napučívaním, priepustnosťou permeabilnej blany zrna atď. Analogicky aj kvantum proteínových látok počas technologického vypierania vymáčaného a rozomletého zrna je podmienené teplotou vypieracej vody ( $45^\circ\text{C}$ ), pričom však obsah proteínových zložiek — zeín i časť glutelínu — závisí od podmienok máčania. Klesá, ak máčanie zrna prebieha pri vyšších teplotách, resp. i pri vysokej koncentrácii  $\text{SO}_2$ , takže aj pri vypieraní vymáčaného a rozomletého zrna sa stretávame s javom denaturácie bielkovín; avšak bielkoviny zrna, denaturované v štádiu máčania, nemôžu už byť prevedené do roztoku ani nasledujúcim vypieraním. Možno teda podľa Glagoljeva konštatovať, že výťažok škrobu stúpa so zvýšenou rozpustnosťou bielkovín zrna počas máčania, ktorú treba považovať za faktor indikujúci technologický efekt máčania.

### Experimentálna časť

Pre jednotlivé pokusy sa použila botanicky jednotná surovina tohto zloženia:

sušina	87,22 %	
bielkoviny	9,99 %	
tuk	4,11 %	
škrob	59,072 %	(68,198 % v absolútnej sušine zrna)

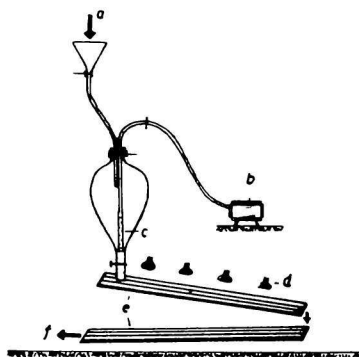
Zrno tohto zloženia, máčané za štandardných podmienok, t. j. 50 hodín pri 50 °C a 0,2 % SO<sub>2</sub> v 0,0 hod. máčania, poskytovalo po separovaní a sedimentácii Pelschenkeho [4] modifikovanou laboratórnou metódou, ktorá v princípe je analogická separačnému procesu pri výrobe kukuričného škrobu, a po sušení tieto výťažky škrobu:

	výťažok škrobu %	vlhkosť škrobu	výťažok absolútnej sušiny škrobu %
I	62,79	10,13	82,30
II	63,49	11,06	82,67
III	60,99	9,68	79,19

Priemerné výťažky škrobu boli teda 81,38 % v porovnaní s obsahom škrobu v sušine zrna stanoveným polarimetricky Ewersovou metódou.

a) Na máčanie sa použilo 100 g vzorky zrna, z ktorého sa po máčaní ručne vypreparovali klíčky. Klíčky zbavené zrna sa rozemleli a ďalej vypierali na sitách, obvykle používaných v prevádzke, a to č. IX o priemere ôk 0,16 mm na separáciu hrubej vlákniny a č. XX o priemere ôk 0,05 mm pre jemnú vlákninu.

Suspenzia škrobu a gluténu sa potom pozvoľna vypúšťala (pozri obr. 1) na sedimentačné



Obr. 1.

a — škrobové mlieko, b — laboratórny kompresor, c — kovová trubička s dýzami, d — infražiariče, e — sedimentačné žliabky, f — glutén.

žliabky o dĺžke 200 cm a optimálnom sklone 3 mm/1 m dĺžky; separovaný škrob sa po vyplavení gluténu a sedimentácii vysušil infražiaričmi priamo v žliabkoch. Po vysušení a vážení sa použil na ďalšie analytické zhodnotenie.

Pokusy máčania sa vykonali pri varírovaní uvedených faktorov, t. j. teploty, koncentrácie SO<sub>2</sub> a doby máčania:

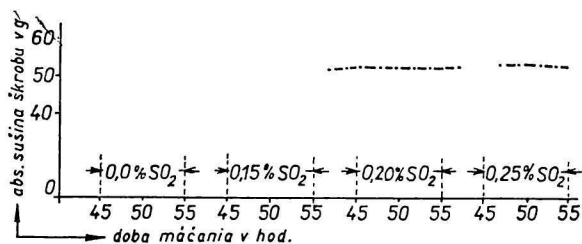
teplota v rozsahu	45, 50 a 55 °C
koncentrácia SO <sub>2</sub>	0,0; 0,15; 0,20 a 0,25 %
doba máčania	45, 50 a 55 hodín

Vo vymáčanom zrne sa sledoval výťažok škrobu, obsah Kjeldahlovho dusíka, celková acidita a viskozita škrobu a percento gluténu.

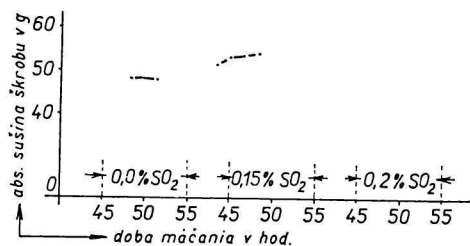
V korešpondujúcej máčacej vode sa sledovala celková acidita, Kjeldahlov dusík, aminodusík a celkový dusík.

Hodnoty separovaných zložiek zo 100 g vzoriek máčaného zrna sú uvedené v tab. 1 až 3, pričom pri každej sérii sa vykonali máčania — za analogických podmienok — bez prítomnosti  $\text{SO}_2$  v máčacej vode.

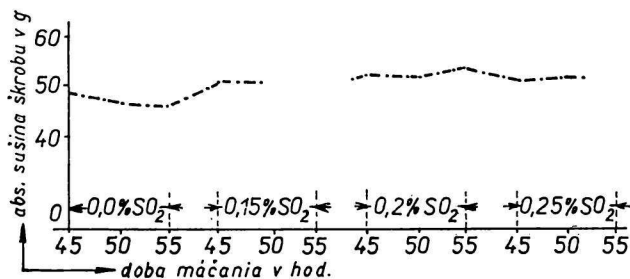
b) Množstvo absolútnej sušiny získaného škrobu v gramoch v závislosti od koncentrácie  $\text{SO}_2$  a doby máčania znázorňuje obr. 2 (pri teplote  $45^\circ\text{C}$ ), obr. 3 (pri teplote  $50^\circ\text{C}$ ) a obr. 4 (pri teplote  $55^\circ\text{C}$ ).



Obr. 2.



Obr. 3.



Obr. 4.

( $t = 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Tabuľka 1

Koncentrácia $\text{SO}_2$ v 0,0 hod. máčania	0,0 %			0,15 %			0,20 %			0,25 %		
Doba máčania v hod.	45,0	50,0	55,0	45,0	50,0	55,0	45,0	50,0	55,0	45,0	50,0	55,0
Množstvo separovaného škrobu v g	56,10	50,00	52,02	57,40	54,40	56,02	57,60	56,60	57,00	56,40	58,00	58,00
Vlhkosť škrobu v %	16,52	10,69	11,09	13,24	11,40	10,89	11,98	10,46	11,64	9,36	10,44	10,76
% absolútnej sušiny separovaného škrobu v korelácii s Ewersovou metódou	68,78	65,49	67,86	73,04	70,68	73,20	74,36	74,32	73,86	74,18	76,18	75,90
Celkový dusík v škrabe v %	0,264	0,166	0,133	0,254	0,269	0,315	0,171	0,168	0,156	0,176	0,204	0,220
Celková acidita škrobu (v ml 0,1 N-NaOH/100 g)	4,8	4,7	4,7	6,94	7,11	7,38	8,30	8,20	8,22	8,63	8,65	8,81
Glutén v g	10,0	9,1	10,4	8,2	9,0	12,4	9,0	10,2	10,8	8,0	10,0	10,0
Máčacia voda: celková acidita (ml 0,1 N-NaOH/100 ml)	89,2	87,1	87,1	74,5	76,6	77,1	85,05	71,40	78,75	87,71	85,05	86,10
Celkový dusík v %	0,190	0,190	0,193	0,241	0,242	0,243	0,206	0,256	0,300	0,279	0,267	0,294
Aminodusík v %	0,066	0,067	0,073	0,071	0,071	0,071	0,070	0,069	0,072	0,057	0,056	0,057
Aminodusík : celkovému dusíku	0,348	0,355	0,379	0,297	0,296	0,292	0,228	0,269	0,233	0,205	0,209	0,196

( $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

T a b u l k a 2

Koncentrácia SO <sub>2</sub> v 0,0 hod. máčania	0,0 %			0,15 %			0,20 %		
Doba máčania v hod.	45,0	50,0	55,0	45,0	50,0	55,0	45,0	50,0	55,0
Množstvo separovaného škrobu v g	54,4	53,6	52,6	60,0	62,4	60,3	62,6	62,5	61,4
Vlhkosť škrobu v %	11,43	9,94	10,26	11,06	11,60	11,30	11,07	11,16	10,81
% absolútnej sušiny separovaného škrobu v korelácii s Ewersovou metódou	72,15	70,79	69,23	78,26	80,90	78,45	81,68	81,63	80,36
Celkový dusík v škrube v %	0,170	0,183	0,184	0,136	0,186	0,219	0,185	0,170	0,2511
Celková acidita škrobu (v ml 0,1 N-NaOH/100 g)	7,11	6,99	7,02	0,26	7,12	7,09	4,72	4,73	4,71
Glutén v g	10,4	9,0	13,4	9,0	10,0	9,4	10,4	8,4	8,0
Máčacia voda: celková acidita (v ml 0,1 N-NaOH/100 ml)	71,4	72,4	78,2	65,1	70,1	79,8	85,05	88,2	88,2
Celkový dusík v %	0,147	0,202	0,206	0,241	0,268	0,310	0,285	0,292	0,291
Aminodusík v %	0,049	0,058	0,066	0,066	0,061	0,068	0,068	0,070	0,066
Aminodusík : celkovému dusíku	0,332	0,290	0,318	0,273	0,268	0,310	0,211	0,240	0,226

Priemerný výtazok absolútnej sušiny škrobu v porovnaní so sušinou škrobu stanovenou v spracovanom zrne Ewersovou metódou je 77,05 % v časovom rozmedzí 45—55 hod. máčania pri  $t = 50\text{ }^{\circ}\text{C}$  a 0,0—0,2 % koncentrácii SO<sub>2</sub>.

Za relatívnu nevýhodu separačnej metódy možno však považovať ručné odklíčkovanie vymáčaného zrna. Viskozita stanovená v jednotlivých vzorkách separovaného škrobu Höpplerovým viskozimetrom je štandardná (1,4 cP).

( $t = 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

Tabuľka 3

Koncentrácia $\text{SO}_2$ v 0,0 hod. máčania	0,0 %			0,15 %			0,20 %			0,25 %		
Doba máčania v hod.	45,0	50,0	55,0	45,0	50,0	55,0	45,0	50,0	55,0	45,0	50,0	55,0
Množstvo separovaného škrobu v g	54,40	53,10	51,80	57,10	56,40	56,20	58,20	57,30	60,30	56,30	57,00	57,30
Vlhkosť škrobu v %	13,10	12,34	9,88	11,65	10,37	11,89	10,34	9,85	11,42	9,74	9,09	10,49
% absolútnej sušiny separovaného škrobu v korelácií s Ewersovou metódou	69,36	68,33	68,48	75,05	74,02	72,73	76,40	75,81	78,31	74,64	76,11	75,38
Celkový dusík v škrobe v %	0,174	0,289	0,150	0,171	0,184	0,187	0,164	0,149	0,202	0,131	0,163	0,164
Celková acidita v škrobe (v ml 0,1 N-NaOH/100 g)	6,04	5,99	6,83	7,13	7,03	7,15	5,73	5,79	5,85	6,90	6,85	6,93
Glutén v g	9,0	9,1	10,02	9,4	10,1	9,6	9,4	8,90	11,2	9,8	8,0	8,4
Máčacia voda: celková acidita (v ml 0,1 N-NaOH/100 ml)	66,15	74,90	78,75	64,3	70,9	74,0	68,13	76,22	81,32	78,75	82,95	76,65
Celkový dusík v %	0,165	0,189	0,218	0,212	0,217	0,222	0,294	0,294	0,305	0,251	0,263	0,273
Aminodusík v %	0,164	0,068	0,070	0,500	0,054	0,054	0,067	0,072	0,082	0,051	0,060	0,602
Aminodusík : celkovému dusíku	0,391	0,348	0,321	0,235	0,248	0,243	0,227	0,245	0,268	0,204	0,227	0,220

## Diskusia

Ako vyplýva z tabuliek a grafického znázornenia, zrno máčané najmä bez prítomnosti  $\text{SO}_2$  za nižších teplôt vykazuje obzvlášť nízky výťažok škrobu, ktorý stúpa až za nepatrnej koncentrácii  $\text{SO}_2$  v máčacích vodách (0,1 %). Zistilo sa aj vysoké percento odpadajúcej vlákniny. Túto skutočnosť možno vysvetliť nedostatočným rozrušením proteínovej matrice počas máčania, t. j. odbúranie natívneho proteínu zrna, ako možno konštatovať, neprebíha len na báze enzymatickej (optimálne podmienky pre enzymatické odbúranie práve bez  $\text{SO}_2$ ). Prítomnosť  $\text{SO}_2$  tento proces katalyzuje. Okrem toho aj rýchlosť sedimentácie škrobu na žliabkoch sa spomalila a separácia škrobu a gluténu bola nedokonalejšia, takže gluténový prepad zo žliabkov bolo potrebné pre zvýšený obsah škrobu viackrát vracat na sedimentáciu.

Popritom pri nižších teplotách počas máčania zrna a za neprítomnosti  $\text{SO}_2$  nastáva relatívne intenzívnejšie mliečne kvasenie, ktoré za vyšších teplôt obvykle býva potlačované. Zvýšená koncentrácia laktátového iónu má preto nepriaznivý vplyv jednak na sedimentáciu škrobu, jednak na oddelenie jemno rozomletej zmesi škrobu a gluténu.

Koncentrácia  $\text{SO}_2$  nad 0,2 % v 0,0 hod. máčania nemá podstatný vplyv na výťažok škrobu; koncentráciu 0,2 %  $\text{SO}_2$  možno teda v súlade s Dostálovými prácami považovať za optimum, pri ktorom i oddelovanie škrobu a gluténu je pomerne dobré, avšak so stúpajúcou koncentráciou  $\text{SO}_2$  v máčacích vodách sa ešte zlepšuje.

Naproti tomu v zrne máčanom pri teplote 50—55 °C a pri koncentrácii 0,25 %  $\text{SO}_2$  v máčacích vodách výťažok škrobu v niektorých vzorkách javil klesajúcu tendenciu. Zrno však bolo možné i napriek tomu ľahšie frakciovať a spracovať a rýchlejšia bola aj sedimentácia na žliabkoch. Oddelenie škrobu od gluténu bolo tak isto podstatne lepšie.

Ďalšie faktory, ktoré okrem uvedených technologických podmienok máčania — teploty, koncentrácie  $\text{SO}_2$  a doby máčania — môžu tak isto ovplyvniť výťažok škrobu priebehom máčania, neboli v danom prípade predmetom experimentálneho sledovania. Je to najmä druh suroviny a natívna mikroflóra, resp. kyselina mliečna, tvoriaca sa počas procesu máčania.

Za účelom eliminovania vplyvu suroviny používali sme teda vo všetkých pokusoch ten istý botanický typ.

Z údajov viskozity ako kvalitatívneho indikátora treba dedukovať, že pri procese máčania kukuričného zrna i pri zvýšenej koncentrácii  $\text{SO}_2$  v máčacích vodách (0,25 %) a pri teplote kolísajúcej v rozpätí 45—55 °C akosť škrobu nie je ešte podstatne ovplyvnená, k čomu podľa údajov literatúry [5] dochádza len pri teplotách počas máčania nad 55 °C a pri podstatne vyšších koncentraciách v máčacích vodách (0,35—0,5 %  $\text{SO}_2$ ). Za týchto podmienok sme však pokusy máčania nerobili, keďže v bežnej praxi neprichádzajú do úvahy.

## Súhrn

Účelom práce bolo sledovať vplyv technologických podmienok máčania, t. j. teploty, koncentrácie  $\text{SO}_2$  a doby máčania na výťažok škrobu za súčasného kolísania uvedených faktorov. Tieto vplyvy sa sledovali jednak z aspektu výťažku škrobu i jeho kvality (najmä percenta dusíka a viskozity), jednak z hľadiska zloženia máčacej vody, pričom sa však nebrala do ohľadu biologická hodnota týchto vôd.

## ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЗАМАЧИВАНИЯ НА ВЫХОД КУКУРУЗНОГО КРАХМАЛА

ПЕТЕР ГАНУЛА

Центральный исследовательский институт пищевой промышленности и заготовки  
в Bratislave

### Выводы

Целью работы было исследование влияния технологических условий замачивания, т. е. температуры, концентрации  $\text{SO}_2$  и времени замачивания на выход крахмала при одновременном вариировании приведенных факторов. Эти влияния были следованы и с аспекта выхода и качества крахмала (главным образом % азота и вязкости) и с аспекта состава воды, применяемой для замачивания, без исследования биологической ценности этих вод.

Поступило в редакцию 11. 10. 1958 г.

## EINFLUSS DER QUELLBEDINGUNGEN AUF DIE MAISSTÄRKEAUSBEUTE

PETER HANULA

Zentrales Forschungsinstitut für die Nahrungsmittelindustrie und die Ernteeerfassung  
in Bratislava

### Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, den Einfluss der technologischen Quellbedingungen zu untersuchen; dies sind die Temperatur, die Konzentration an  $\text{SO}_2$ , und die Einweichdauer, auf die Ertragsverhältnisse der Stärke (Stärkeausbeute), unter gleichzeitigem Variieren der angeführten Faktoren. Diese Einflüsse wurden einerseits vom Aspekt der Maisstärkeausbeute und ebenso der Stärkequalität (namentlich des Prozentgehalts an Stickstoff und der Viskosität), andererseits auch vom Gesichtspunkt der Zusammensetzung des Maisquellwassers untersucht, wobei allerdings der biologische Wert dieser Wässer nicht Gegenstand der Untersuchung war.

In die Redaktion eingelangt den 11. 10. 1958



## LITERATÚRA

1. Glagoljev J. J., Dumanski A. a spolupracovníci, *Kolloidy v piščevoj promyšlenosti II*, Moskva 1949. — 2. Cox J. A., McMaster, Hilbert W., *Effect of the Sulfurous Acids Steep in Corn West Milling*, Cereal Chem. 16 (1944). — 3. Dostál L., *Stärke* 5, 116—120 (1933). — 4. Pelschenke J., *Stärke* 6, 177—182 (1954). — 5. Pelschenke J., *Stärke* 7, 19—30 (1955).

Došlo do redakcie 11. 10. 1958

*Adresa autora:*

*Inž. Peter Hanula, Bratislava, Miletičova 14b, Ústredný výskumný ústav potravinárskeho priemyslu a výkupu.*