

## Účinok kyseliny askorbovej na technologické vlastnosti cesta

EVA MÓROVÁ—JARMILA KIRÁLOVÁ

Súhrn. Sledoval sa účinok kyseliny L-askorbovej na fyzikálnochemické vlastnosti múky a reologické vlastnosti cesta pri výrobe jemného pečiva v laboratórnych podmienkach. Použila sa pšeničná múka hladká špeciál s prídavkami 100, 200 a 300 mg kyseliny askorbovej na 1 kg múky.

Z výsledkov farinografických a maturografických meraní vyplýva, že použitá kyselina má zlepšujúci účinok na reologické vlastnosti cesta a na konečnú akosť hotových výrobkov.

Štandardná akosť surovín vstupujúcich do výrobného procesu v pekárenskej technológii je jednou z najdôležitejších podmienok kontinuálnej výroby. Štandardizácia sa bude aj naďalej zabezpečovať vhodným výberom základnej suroviny. Akosť základnej suroviny — múky — sa však dá ovplyvniť prídavkom rôznych zlepšujúcich prípravkov. Podmienkou pre zvládnutie riadenia technologického procesu je znalosť fyzikálnych a biochemických pochodov prebiehajúcich v ceste.

Oxidačné látky spôsobujú v ceste oxidačné reakcie. Kyselina L-askorbová je jednou z najdôležitejších oxidačných látok. V čistej forme kyselina L-askorbová nie je oxidovadlom, ale až v prostredí kyslíka alebo oxidu prechádza na kyselinu dehydro-L-askorbovú, ktorá potom pôsobí ako oxidovadlo. Zlepšujúci účinok kyseliny askorbovej je v oxidácii sulfhydrylových skupín ( $-SH$ ) bielkovinovej molekuly na disulfidové ( $-S-S-$ ), čím vznikajú medzimolekulové väzby, intramolekulárne a intermolekulárne spojenia bielkovinových reťazcov, ktoré majú za následok spevnenie štruktúry lepku [1, 2]. Zvláštnosťou kyseliny L-askorbovej oproti iným oxidačným látkam je vratnosť reakcie premeny redukovanej formy na oxidovanú (3, 4). Z technologického hľadiska je táto vlastnosť veľmi dôležitá, pretože ide o výhodnejší oxidačno-redukčný systém [5].

Rozhodujúci význam pre štruktúrne zmeny bielkovín pšeničného lepku z hľadiska možnosti ich riadenia a ovplyvňovania majú disulfidové väzby,

---

Ing. Eva Mórová, CSc., Ing. Jarmila Királová, Katedra sacharidov a konzervácie potravín, Chemickotechnologická fakulta STU, Radlinského 9, 812 37 Bratislava.

pretože je možné ovplyvniť ich štiepenie, tým deštrukciu lepku, a spätnou syntézou utvárať nové usporiadanie molekúl v bielkovine [6–8]. Väzby ( $-S-S-$ ) v pšeničnej bielkovine majú vplyv na reologické vlastnosti cesta.

Pri oxidačno-redukčných pochodoch hrá prostredie významnú úlohu pre nové usporiadanie molekuly. Optimálny prídavok kyseliny askorbovej sa mení podľa typu múky a vlastností lepku, podľa spôsobu výroby a podľa prítomnosti ostatných zložiek v ceste [9–11]. Najvýraznejšie zlepšujúce účinky sa dosahujú pri slabých múkach.

### Materiál a metódy

V práci sme použili pšeničnú múku hladkú špeciál [12], vyrobenú v troch mlynoch (Bratislava, Krupina, Veľký Šariš). Sledovali sme účinok prídavku kyseliny L-askorbovej (chem. čistej), pridávanej do múky v množstve 100, 200 a 300 mg  $\cdot$  kg<sup>-1</sup>, na obsah a vlastnosti lepku, na reologické vlastnosti cesta, ktoré sme určovali prístrojom farinograf a maturograf (fa. BRABENDER). Za konštantných podmienok sme uskutočnili pekársky pokus a hotové výrobky sme vyhodnotili.

Rozbor múk a stanovenie lepku sme robili postupmi podľa ČSN [13]. Farinografická väznosť múky: návažok 300 g múky sa titruje destilovanou vodou do vytvorenia optimálnej konzistencie 500 BJ. Väznosť sa prepočíta na 15 % vlhkosť múky. Udáva sa v %. Z farinografického záznamu normálnej krivky sa vyhodnocuje [14]:

- čas vývinu cesta — čas od začiatku pridávania vody do múky do prvého poklesu krivky od maximálnej konzistencie s presnosťou na 0,5 min;
- stabilita cesta (min) — časový interval, keď horný okraj vzostupnej krivky pretína čiaru 500 BJ a keď túto čiaru opäť opúšťa;
- index mechanickej odolnosti (MTI) v BJ — rozdiel v BJ medzi horným okrajom krivky v okamihu maxima a po 5 min od maxima;
- Biéchyho test (BJ) — pokles konzistencie cesta, vyjadrený ako súčet troch hodnôt MTI po 5, 10, 15 min po zarobení cesta;
- Valorimetrická hodnota — vyhodnotenie farinografickej krivky podľa nomogramu v bezrozmerných číslach.

Prípravu vzoriek k maturografickému meraniu sme robili jednotným postupom uvedeným v metodike [15]. Z maturogramu sa vyhodnocuje:

- doba kysnutia (min) — časový úsek od začiatku merania až po dosiahnutie maxima krivky pri nezaťaženej vzorke. Vyjadruje optimálny čas na dosiahnutie maximálneho objemu hotového výrobku;
- odpor cesta (MJ) — úsek medzi nulovou čiarou diagramu a maximom

krivky nezataženej vzorky. Hodnota určuje odolnosť cesta proti biochemickým zmenám a mechanickému namáhaniu počas dokysnutia;

- pevnosť štruktúry cesta (MJ) — úsek krivky dokysnutia medzi zataženou a nezataženou vzorkou v maxime záznamu. Je to vlastne šírka záznamu a vyjadruje pružnosť cesta;
- stabilita kysnutia (min) — časový úsek, v ktorom sa krivka kysnutia pri nezataženej vzorky neodchýľuje od maxima o viac ako 10 MJ. Na vyhodnotenie sa používajú špeciálne šablóny. Určená časová tolerancia zaručuje maximálnu objemovú výťažnosť výrobku.

Na pekárenský pokus sme použili receptúru na jemné pečivo: múka 300 g, tuk 45 g, cukor 45 g, soľ 3,6 g, vajce 6 g, droždie 15 g, destilovaná voda (30 °C) na dosiahnutie konzistencie cesta 700 BJ. Pracovali sme s jednou vzorkou droždia s vývinom  $\text{CO}_2$  240 cm<sup>3</sup> za 90 min.

Doba zrenia cesta: 80 minút

Doba kysnutia: maturograficky

Tvar výrobku: bochnik s hmotnosťou 70 g

Doba pečenia: 10–15 minút

Teplota pečenia: 210–230 °C

Pri hotových výrobkoch sme hodnotili hmotnosť po upečení (g), merný objem výrobkov (cm<sup>3</sup>/100 g) podľa ČSN [16] a tvar (klenutosť) bochnikov, čo je pomerové číslo výšky k šírke pečiva, zistené posuvným meradlom.

## Výsledky a diskusia

Jednu zo skupín pekárenských výrobkov tvorí jemné pečivo. Kontinuálne tvarovacie linky (LJP) zavedené v praxi, vyžadujú cestá so štandardnými mechanicko-štruktúrnymi vlastnosťami. Sledovali sme účinky kyseliny askorbovej na zmeny vlastností používaných múk a ciest, ako aj hotových výrobkov v laboratórnych podmienkach.

Výsledky analytických rozborov múk uvádzame v tab. 1. Vplyv prídavku kyseliny askorbovej na vlastnosti lepku múk zhŕňa tab. 2. Hodnoty poukazujú na to, že najvyšší prídavok kyseliny askorbovej (300 mg/kg) spôsobil zníženie hmotnosti mokrého lepku vo vzorkách múk oproti kontrole v priemere o 3,6 %. Ťažnosť lepku sa pohybuje v rozmedzí 9 až 12 cm, čo zodpovedá stredne ťažnému lepku (číslo 3) a pružnosť lepku sa nezmenila a zodpovedá číslu pružnosti 2.

Časové zmeny fyzikálnych vlastností cesta sme sledovali farinografom. Údaje zhŕňa tab. 3. Ide o vzorky typovo rovnakých múk, ale z troch rôznych mlynov. Fyzikálnochemické vlastnosti ciest sa líšia. Múka z mlyna Bratislava (vzorka 1) má dlhší čas vývinu cesta aj väčšiu stabilitu a celková valorimetrická

Tabuľka 1. Rozbor múk  
Table 1. Flour analysis

Hodnotenie <sup>1</sup>	Pšeničná múka špeciál <sup>2</sup>		
	1	2	3
Vlhkosť <sup>3</sup> [%]	14,2	14,1	13,7
Popol <sup>4</sup> [% v suš.]	0,51	0,50	0,51
Titrovateľné kyseliny <sup>5</sup> [mmol . kg <sup>-1</sup> v suš.]	37,0	35,0	30,0
Mokrý lepok <sup>6</sup> [% v suš.]	33,7	30,3	31,3

Vzorky múk: 1 — mlyn Bratislava, 2 — mlyn Krupina, 3 — mlyn Veľký Šariš.

Flour samples: 1 — The mill Bratislava, 2 — the mill Krupina, 3 — the mill Veľký Šariš.

<sup>1</sup>Evaluation, <sup>2</sup>Wheat flour "special", <sup>3</sup>Moisture, <sup>4</sup>Ash, <sup>5</sup>Titrateable acids, <sup>6</sup>Wet gluten.

suš. — Dry matter.

Tabuľka 2. Účinok kyseliny askorbovej (KA) na vlastnosti lepku  
Table 2. Effect of ascorbic acid on gluten properties

Múka (vzorka) <sup>1</sup>	KA <sup>2</sup> [mg . kg <sup>-1</sup> ]	Mokrý lepok <sup>3</sup> [% v s.]	Ťažnosť <sup>4</sup> [cm]	Pružnosť (číslo) <sup>5</sup>	Suchý lepok <sup>6</sup> [% v s.]
1	0	33,7	12	pružný <sup>7</sup> (2)	11,2
	100	33,7	12	pružný (2)	11,0
	200	33,7	10	pružný (2)	11,3
	300	32,6	9	pružný (2)	10,9
2	0	30,3	10	pružný (2)	10,1
	100	30,3	10	pružný (2)	10,2
	200	29,5	10	pružný (2)	9,8
	300	29,1	9	pružný (2)	9,5
3	0	31,3	10	pružný (2)	10,4
	100	31,0	10	pružný (2)	10,3
	200	31,2	9	pružný (2)	10,4
	300	30,2	10	pružný (2)	10,1

<sup>1</sup>Flour (sample), <sup>2</sup>Ascorbic acid, <sup>3</sup>Wet gluten, <sup>4</sup>Ductility, <sup>5</sup>Elasticity (number), <sup>6</sup>Dry gluten.

hodnota je najvyššia (VH = 66). Pravdepodobne to súvisí s vyšším obsahom lepku v múke a jeho vyššou ťažnosťou (tab. 2). Vyhodnotenie farinogramov poukazuje na to, že vzorku 1 môžeme klasifikovať ako silnú múku, a vzorky 2 (Krupina) a 3 (Veľký Šariš) ako múky stredne silné (Biéchyho test má hodnoty od 100 do 200 BJ a VH je pod 60).

Prídavky kyseliny askorbovej v uvedených koncentráciách nespôsobili zmeny vo väznosti múk, ale ovplyvnili dobu vývinu cesta a jeho stabilitu, ktorá sa predlžuje. Hodnoty Biéchyho testu sú s prídavkom kyseliny askorbovej menšie, čo znamená, že pokles konzistencie cesta je menší, nedochádza k skracovaniu

Tabuľka 3. Vyhodnotenie farinogramov  
Table 3. Evaluation of Pharinograms

Múka (vzorka) <sup>1</sup>	KA <sup>2</sup> [mg . kg <sup>-1</sup> ]	Väznosť [%] na vlh. 15 %	Vývin cesta <sup>4</sup> [min]	Stabilita <sup>5</sup> [min]	MTI [BJ]	Biéchyho (test <sup>6</sup> [BJ])	Valorimetric- ká hodnota <sup>7</sup>
1	0	53,0	5,0	7,0	50	85	66
	100	53,0	6,5	8,0	40	70	65
	200	53,0	5,5	7,0	50	80	64
	300	53,0	6,0	8,0	50	70	64
2	0	53,9	2,0	2,0	50	180	48
	100	53,9	2,5	2,5	50	150	53
	200	53,9	2,0	2,5	60	170	50
	300	53,9	3,5	2,7	55	150	54
3	0	54,9	3,0	6,0	40	130	54
	100	54,9	2,5	5,5	40	120	56
	200	54,9	3,0	6,5	40	90	56
	300	54,9	2,5	6,0	40	100	56

MTI — index mechanickej odolnosti; Mechanical resistance index.

BJ — Brabenderove jednotky; Brabender's units.

<sup>1</sup>Flour (sample), <sup>2</sup>Ascorbic acid, <sup>3</sup>Water-absorptive capacity % at 15% moisture, <sup>4</sup>Dough development, <sup>5</sup>Stability, <sup>6</sup>Biéchy test, <sup>7</sup>Valorimetric value.

Tabuľka 4. Vyhodnotenie maturogramov  
Table 4. Evaluation of maturograms

Múka (vzorka) <sup>1</sup>	KA [mg . kg <sup>-1</sup> ]	Doba kysnutia <sup>2</sup> [min]	Odpor cesta <sup>3</sup> [MJ]	Pevnosť štruktúry <sup>4</sup> [MJ]	Stabilita kysnutia <sup>5</sup> [min]
1	0	58	570	200	10
	100	73	890	240	17
	200	73	980	240	18
	300	95	810	210	22
2	0	86	530	180	16
	100	91	800	210	24
	200	102	870	200	19
	300	112	1 000	220	18
3	0	83	860	220	12
	100	86	890	250	14
	200	80	940	210	24
	300	100	*	*	*

KA — kyselina askorbová; Ascorbic acid. MJ — maturografické jednotky; Maturogram units.  
\* — nemerateľné hodnoty, krivka prekročila meraný rozsah; Immeasurable values, the curve overstep measuring range.

<sup>1</sup>Flour (sample), <sup>2</sup>Fermentation time, <sup>3</sup>Dough resistance, <sup>4</sup>Strength of structure, <sup>5</sup>Fermentation stability.

lepkových vlákien a teda k deštrukcii lepu. Vidíme, že pri stredne silných múkach (vzorky 2, 3) sú rozdiely v hodnotách Biéchyho testu až 30 BJ, kým pri vzorke 1, len 10 až 15 BJ. Valorimetrická hodnota stredne silných múk sa prídavkom kyseliny askorbovej zvyšila.

V pekárenskej výrobe je dôležitým úsekom spracovania ciest fáza dokysnutia vytvarovaných výrobkov. V tejto fáze nám štruktúrno-mechanické vlastnosti cesta a ich dynamické zmeny indikujú správnosť zvolených postupov a vhodnosť použitých surovín. Zmeny technologických vlastností cesta účinkom prídavkov kyseliny askorbovej sme merali na maturografe.

Jednotlivé zložky receptúry na jemné pečivo sme spracovali na cesto jednotným postupom vo farinografickej miešačke a potom sme uskutočnili meranie na maturografe [17]. Záznamy maturogramov sme vyhodnotili v tab. 4. Následný pekárenský pokus sme robili podľa času dokysnutia, zisteného z maturogramu. Hodnotenie pekárenského pokusu uvádzame v tab. 5.

Tabuľka 5. Hodnotenie výrobkov z pekárského pokusu  
Table 5. Evaluation of products from baking test

Múka (vzorka) <sup>1</sup>	KA [mg · kg <sup>-1</sup> ]	Hmotnosť <sup>2</sup> [g]	Objem <sup>3</sup> [cm <sup>3</sup> ]	Merný objem <sup>4</sup> [cm <sup>3</sup> /100 g]	Priemer <sup>5</sup> [mm]	Výška <sup>6</sup> [mm]	v/d
1	0	59,0	155	263	80,0	45,8	0,573
	100	61,2	167	273	76,8	52,3	0,681
	200	61,8	187	303	80,3	54,0	0,672
	300	64,7	227	351	82,3	60,0	0,729
2	0	63,5	163	257	79,3	53,7	0,677
	100	61,8	195	315	80,5	54,0	0,671
	200	62,0	228	368	80,5	57,1	0,709
	300	62,8	230	366	80,2	58,7	0,732
3	0	63,9	182	285	75,7	57,3	0,757
	100	64,0	188	294	76,0	59,3	0,780
	200	62,8	193	307	74,3	61,5	0,828
	300	62,7	197	314	77,8	61,7	0,793

Výsledné hodnoty v tabuľke sú priemerom troch paralelných stanovení; Resultant values in the table are average of three parallel determinations.

v — výška pečiva; the height of pastry, d — šírka pečiva; the breadth of pastry.

<sup>1</sup> Flour (sample), <sup>2</sup> Weight, <sup>3</sup> Volume, <sup>4</sup> Specific volume, <sup>5</sup> Diameter, <sup>6</sup> Height.

Čas dokysnutia výrobkov sa účinkom kyseliny askorbovej predlžuje v priemere asi o 15 min oproti kontrolným vzorkám. Je známe, že kyselina askorbová čas zrenia cesta znižuje, ale pretože sme určili konštantný čas zrenia ciest 80 min pre jednotný pekárenský pokus, uvedené výsledky sú potom zatažené určitou chybou.

Účinky kyseliny askorbovej už v malých množstvách výrazne ovplyvňujú pružnosť a odolnosť cesta proti biochemickým zmenám a mechanickému namáhaniu vo fáze dokysnutia výrobkov (tab. 4). Rezistencia, čiže odpor cesta proti mechanickému namáhaniu sa zvyšuje s rastúcim prídavkom kyseliny askorbovej a zvyšuje sa aj pevnosť štruktúry cesta, v dôsledku čoho získavame výrobky s väčšou objemovou výťažnosťou, pečivo je viac klenuté (hodnoty  $v/d$  v tab. 5) a pórovité v porovnaní s kontrolnými vzorkami. Zodpovedajú tomu aj údaje merného objemu výrobkov, ktorých rastúce hodnoty potvrdzujú, že výrobky sú „ľahké“ a teda dobre stráviteľné.

## Literatúra

1. SCHNEEWEISS, R.—KLOSE, O.—KUNTZE, R., Mlýn.-pekár. Prům., 23, 1977, č. 10, s. 302.
2. BAUERNFEIND, J. C.—PINKERT, D. M.: Ascorbic Acid as a Flour or Bread Improver. La Rôche Co. Ltd., Basilei, Fir-Lt 1971, 270—60046.
3. POPADIČ, I. A.—KAŠČEEVA, G. M.—LYSJUK, F. A.—MASLOVA, L. G., Chlebopekar. Konditer. Prom., 16, 1972, č. 8, s. 10.
4. ELKASSABANY, M.—HOSENEY, R. C.—SEIB P. A., Cereal chem., 57, 1980, č. 2, s. 85.
5. KULMAN, J.: Řízení kvality těsta chemickými prostředky (Literární přehled). Praha, VŠCHT 1981.
6. TVRZNÍK, K., Mlýn.-pekár. Prům., 18, 1972, s. 173.
7. TVRZNÍK, K.: Výzkum vlivu oxidačních a redukčních látek v pekárenské technologii. Výzkumná zpráva. Praha, VÚMPP 1979.
8. MAIR, G.—GROSCH, W., J. Sci. Food Agric., 30, 1979, č. 9, s. 914.
9. ŠKVARKINA, T. I.—SOŠINA, V. K., Mlýn. pekár. Prům., 19, 1973, č. 4, s. 214.
10. OSADČAJA, N. T.—ŠUB, I. S.—FILINA, M. I., IVUZ, Piščevaja Technol., 1977, č. 6, s. 150.
11. PUŠKOVA, L. I.—ŠUB, I. S.—FILINA, M. I., Chlebopekar. Konditer. Prom., 1980, č. 9, s. 20.
12. ON 56 0636. Pšeničná múka hladká speciál, 1977.
13. ČSN 56 0512. Zkoušení mlýnských výrobků ze pšenice a žita, 1975.
14. SMELÍK, A.—DANDÁR, A.—MÓROVÁ, E.—DODOK, L.—ZAJAC, P.—HALÁSOVÁ, G.; Laboratorium odboru. Bratislava, ES SVŠT 1987.
15. BRABENDER OHG., Duisburg, Betriebsanleitung MATUROGRAPH 1979.
16. ČSN 56 0116. Metody skoušení pekářských výrobků, 1974.
17. KIRÁLOVÁ, J.: Stanovenie vplyvu prídavku kyseliny askorbovej na technologické vlastnosti cesta. Diplomová práca. Bratislava, SVŠT 1981.

Do redakcie došlo 13. 6. 1992.

## **Effect of ascorbic acid on technological properties of dough**

### **Summary**

Effect of L-ascorbic acid on physical and chemical properties of flour and rheological properties of dough during the production of fine pastry in laboratory conditions was investigated. Wheat fine-ground flour "special" was used with addition of 100, 200 and 300 mg of ascorbic acid per 1 kg of flour.

It is evident from the pharinographic and maturographic measurements that ascorbic acid has improving effect on rheological properties of dough and on final quality of finished products.

## **Действие аскорбиновой кислоты на технологические свойства теста**

### **Резюме**

Исследовалось влияние L-аскорбиновой кислоты на физикально-химические свойства муки и реологические свойства теста в производстве сдобного печения в лабораторных условиях. Была использована пшеничная мука мелкого помола с добавкой 100, 200 и 300 мг аскорбиновой кислоты на 1 кг муки.

Из результатов фаринографических и матурографических измерений вытекает, что использованная кислота имеет улучшающее воздействие на реологические свойства теста и на конечное качество готовых продуктов.