

OSMOTSKO SUŠENJE JABUKE U RASTVORIMA SAHAROZE I MELASE ŠEĆERNE REPE : PROMENA NUTRITIVNIH KARAKTERISTIKA FINALNOG PROIZVODA

OSMOTIC DEHYDRATION OF APPLE IN SUCROSE AND SUGAR BEET MOLASSES: CHANGE OF NUTRITIVE PROPERTIES OF FINAL PRODUCT

Gordana KOPRIVICA dipl. ing*, Nevena MIŠLJENović dipl. ing*,
dr Ljubinko LEVIĆ *, dr Mariana PETKOVA**, dr Vjera PRIBIŠ*

*Tehnološki fakultet, 21000 Novi Sad, Bulevar cara Lazara 1

**Institute of Animal Science, 2232 Kostinbrod, Bulgaria,

e-mail: gordanak@uns.ns.ac.yu

REZIME

Testirani su različiti hipertonični rastvori u cilju utvrđivanja njihovog uticaja na nutritivni kvalitet finalnog proizvoda nakon procesa osmotskog sušenja. Analiziran je sadržaj ugljenih hidrata i mineralnih materija u jabuci pre i posle procesa osmotskog sušenja u rastvorima saharoze i melase šećerne repe. Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da su primenjeni osmotski rastvori značajno uticali na kvalitet gotovog proizvoda.

U jabuci sušenoj rastvorom saharoze dolazi do povećanja sadržaja ugljenih hidrata a istovremeno i do smanjenja sadržaja ispitivanih mineralnih materija. Uzorci sušeni u melasi šećerne repe imali su veći sadržaj mineralnih materija dok je porast sadržaja ugljenih hidrata u njima slabije izražen.

Ključne reči: Osmotsko sušenje, melasa šećerne repe, saharoza, jabuka

SUMMARY

Different hypertonic solutions were tested in order to confirm their effects on the nutritive quality of final product after osmotic dehydration. Content of carbohydrates and mineral matters in apple was investigated, before and after osmotic treatment, in sucrose and sugar beet molasses solutions. Based on gain results it was concluded that used hypertonic solutions had great influence on quality of final product.

In apple which was dehydrated in sucrose solution, content of carbohydrates increased and, at the same time, content of analysed mineral matters decreased. Samples of apple which were dehydrated in sugar beet molasses had higher content of mineral matters, while the increase of carbohydrate content was less emphasized.

Keywords: Osmotic solution, sugar beet molasses, sucrose, apple

UVOD

Osmotsko sušenje predstavlja postupak delimičnog uklanjanja vode iz voća i povrća zaranjanjem istih u različite hipertonične rastvore. Ovaj postupak predstavlja jedan efektan način smanjenja sadržaja vode sa minimalnim narušavanjem nutritivnog i senzornog kvaliteta finalnog proizvoda. Pogonska sila za difuziju vode je razlika osmotskog pritiska između biljnog tkiva i rastvora koji ga okružuje (Jokić, A i sar, 2007; Dixon G. M. i Jen J. J, 1997).

Kompleksna ćelijska struktura biljke ponaša se kao semi-permeabilna membrana, što znači da tokom osmotskog sušenja voda iz biljnog tkiva difunduje u osmotski rastvor, dok istovremeno rastvorak iz osmotskog rastvora prelazi u biljno tkivo. Takođe se odigrava i difuzija ćelijskih sokova iz biljnog tkiva u osmotski rastvor (Lerici C. L. i sar. 1985).

Osmotskom sušenju kao tehnici očuvanja hrane značajno je posvećena pažnja tek u skorije vreme. To duuguje nižoj potrošnji energije kao i ostalim zahtevima u procesu u odnosu na druge uobičajene metode, kao i tome što rezultira dobrim kvalitetom proizvoda u pogledu boje, arome i teksture (Falade K. O. i sar. 2003).

Zbog konstantnog potapanja proizvoda u hipertonični rastvor tkivo biljke nije izloženo kiseoniku i prema tome nije potrebno korišćenje antioksidanasa za zaštitu od oksidativnih i enzimskih promena boje (Ponting J. D. i sar. 1996).

Procesom osmotskog sušenja se smanjuje količina vode iz biljnog tkiva na jedan određeni nivo, koji je još uvek visok za trajno čuvanje hrane, tako da ovaj proces mora biti praćen nekim drugim procesom koji bi snizio sadržaj vode na još niži (Oliviera I. M. i sar. 2006). Prema tome obično je praćena metodama konvektivnog sušenja, korišćenjem ili zagrejanog vazduha, vakuum sušenja (Dixon G. M. i Jen J. J. 1997) ili metodama zamrzavanja (Ponting J. D. 1973) da bi se dobio stabilan proizvod sa specijalnim karakteristikama kao rezultatom predtretmana.

Izbor optimalnog hipertoničnog rastvora je očigledno ključni problem u procesu osmotskog sušenja. Do sada, čista saharoza ili saharoza u kombinaciji sa drugim šećerima i NaCl je predlagana kao najbolji rastvorak za dobijanje hipertoničnih rastvora. Pored saharoze, pojavila se i melasa šećerne repe kao pogodan sastojak za pripremanje hipertoničnih rastvora (Šušić S, Sinobad V, 1989).

Melasa predstavlja nusprodukt industrije šećera. Ona je koncentrovani tečni ekstarkt, velikog viskoziteta i tamnomrke boje, dobijen na poslednjem stepenu kristalizacije iz kojeg više nije moguće dobiti šećer zadovoljavajućeg kvaliteta (Šušić S, i sar 1995) iako ga melasa sadrži još oko 50%. Osim visokog sadržaja saharoze, melasa sadrži još razne mineralne sastojke, vitamine, organske, azotne i bezazotne materije, neke mikroelemente, pa je melasa dobra sirovina za razne preradevine u kojima se ovi sastojci mogu iskoristiti.

Upravo zbog njenog sastava naši renomirani naučnici, S. Šušić i V. Sinobad poredje je sa pčelinjim medom. S. Šušić i V.

Sinobad (1989) zaključuju da je melasa šećerne repe daleko bogatija u odnosu na med izuzetno značajnim bio-aktivnim supstancama kao što su: aminokiseline, organske kiseline čije su kalcijumove soli rastvorljive u vodi, vitamini kao značajni biostimulansi, a iznad svega mineralne materije sa oko 75% K⁺ jona u katjonskom delu pepela i na kraju oligoelementi (Šušić S, Sinobad V, 1989).

U Srbiji melasa šećerne repe još nije dobila svoje mesto u proizvodnji hrane, ali se u okviru naučnih istraživanja radi na njenom uvođenju u proizvodnju pekarskih, konditorskih i mesnih preradevina (Lević LJ, i sar. 2005; Pribiš V, i sar. 2005).

U ovom radu su ispitani različiti osmotski rastvori (rastvor saharoze i melasa šećerne repe) u cilju utvrđivanja njihovih uticaja na nutritivne karakteristike finalnog proizvoda.

MATERIJAL I METOD RADA

Jabuke (sorta Ajdared) koje su korištene za eksperiment, kupljene su na lokalnoj tržnici u Novom Sadu, Srbija, i skladištene su na temperaturi 4°C. Pre tretmana, jabuke su detaljno oprane i isečene ostrim cilindričnim noževima na uzorke cilindričnog oblika, visine i prečnika 20 mm.

Kao osmotski rastvori korišteni su vodeni rastvori saharoze i melase šećerne repe. Rastvor saharoze je pripremljen mešanjem komercijalnog šećera sa zagrejanom destilovanom vodom do potpunog rastvaranja.

Melasa šećerne repe je dobavljena iz fabrike šećera Bač, Srbija.

U tabeli 1 dat je pregled opšteg hemijskog sastava melase šećerne repe koja je korišćena u okviru ovog eksperimenta.

Tabela 1. Fizičko-hemijske karakteristike melase šećerne repe

Table 1. Physico-chemical characteristics of sugar beet molasses

Komponente / Components	Vrednost / Value
Suva supstanca, % / Dry matter, %	80,12
Saharoza, % / Sucrose, %	40,76
Rafinoza, % / Raffinose, %	1,05
Invertni šećeri, % / Invert sugar, %	0,47
Proteini, % / Proteins, %	4,32
Betain, % / Betaine, %	6,18
K, mg/100g	4120
Na, mg/100g	573
Ca, mg/100g	201
Mg, mg/100g	93

Proces osmotskog sušenja je obavljen na temperaturi rastvora od 55°C i u uslovima atmosferskog pritiska. Nakon merenja početne mase, uzorci jabuka su potapani u hipertonične rastvore saharoze i melase šećerne repe različitih koncentracija. Rastvori saharoze su imali koncentracije: 30% (rastvor S1); 50% (rastvor S2) i 70% (rastvor S3), dok su rastvori melase bili u koncentracijama od 40% (rastvor M1), 60% (rastvor M2) i 80% (rastvor M3). Rastvori su se nalazili u čašama od 600 ml koje su korišćene kao posude za osmotsko sušenje. Odnos materijala i upotrebljenih hipertoničnih rastvora je bio 1:4. Nakon potapanja uzoraka jabuke u rastvore, na njih su postavljeni lakši tegovi da bi se omogućilo da uzorci budu stalno uronjeni u rastvore. Čaše su postavljene u termostad na temperaturu od 55°C a imerzija je trajala 1, 3 i 5 sati. Nakon osmotskog sušenja uzorci su isprani pod mlazom vode i brisani upijajućim papirom da bi se uklonio višak

vode sa površine. Sledeći korak je bio merenje mase dobijenih uzoraka i njihova dalja analiza. Analitička merenja su izvršena po metodama AOAC (AOAC 2000).

REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 2 prikazane su promene sadržaja ispitivanih ugljenih hidrata u uzorcima jabuke koji su podvrgnuti procesu osmotskog sušenja izvedenom pod prethodno definisanim uslovima.

Veći porast sadržaja ispitivanih ugljenih hidrata javlja u uzorcima koji su dehidrirani upotrebom saharoze kao osmotskog rastvora a manji kada se kao osmotski rastvor koristi melasa šećerne repe. Važno je istaći da vreme trajanja imerzije kao i koncentracija upotrebljenih hipertoničnih rastvora značajno utiču na sadržaj ugljenih hidrata u finalnom proizvodu tj. sa povećanjem vrednosti navedenih parametara raste i sadržaj analiziranih ugljenih hidrata u gotovom proizvodu.

Tabela 2. Promene suve materije i sadržaja ugljenih hidrata u jabuci nakon osmotskog sušenja

Table 2. Changes in dry matter and saccharoses content in apple after osmotic dehydration

Koncentracija osmotskog rastvora, % Concentration of osmotic solution, %	Vreme, h Time, h	Suva materija, % Dry matter, %	Saharoza, % Sucrose, %	Invertni šećer, % Invert sugar, %	Ukupni redukujući šećeri, % Total reducing sugar, %
RASTVOR SAHAROZE, SUCROSE SOLUTION					
30	0	13,29	3,28	4,85	8,30
	1	15,74	3,55	6,53	10,26
	3	16,58	3,97	7,13	11,30
	5	18,3	4,88	7,52	12,66
50	0	12,37	2,53	4,42	7,08
	1	18,52	5,68	6,44	12,41
	3	21,75	6,88	7,58	14,83
	5	26,07	10,26	9,17	19,97
70	0	14,49	3,87	3,84	7,92
	1	22,38	7,72	6,35	14,47
	3	29,2	10,34	8,45	19,34
	5	37,81	13,88	11,12	25,73
MELASA ŠEĆERNE REPE, SUGAR BEET MOLASSES					
40	0	12,68	2,93	3,73	6,83
	1	17,62	4,52	4,83	9,59
	3	20,17	5,45	6,08	11,81
	5	25,19	6,83	8,19	15,38
60	0	13,47	3,25	3,63	7,05
	1	18,25	4,78	4,20	9,23
	3	23,69	6,76	6,40	13,51
	5	28,38	9,12	9,06	18,66
80	0	13,55	3,29	2,52	5,98
	1	19,6	4,92	3,68	8,86
	3	24,94	6,21	5,18	11,73
	5	34,15	8,38	7,81	16,62

Na osnovu rezultata (tabela 2) sa produženjem vremena imerzije i povećanjem koncentracije upotrebljenih hipertoničnih rastvora, rastu i vrednosti suve materije u uzorcima jabuke što dokazuje da je došlo do difuzije saharoze i nesaharoznih materija iz melase u jabuku. Minimalan porast sadržaja suve materije se javlja u uzorcima dehidriranim u rastvoru S1 (5,01%) dok je u uzorcima tretiranim rastvorom S3 porast maksimalan (23,32%).

Što se tiče ukupnih redukujućih šećera, jabuka dehidrirana u melasi ima niži sadržaj istih u odnosu na jabuku sušenu u rastvo-

rima saharoze bez obzira na koncentraciju rastvora i na trajanje imerzije. Porast sadržaja ukupnih redukujućih šećera je najizraženiji u uzorku S3 i iznosi 25,73% a najmanji u uzorku S1 (12,66%).

Prethodna konstatacija može se primeniti i u preostala dva slučaja tj. u slučaju promene sadržaja saharoze i invertnog šećera tokom procesa. U uzorcima jabuke tretiranim rastvorom S1 minimalan je porast kako saharoze tako i invertnog šećera, dok je prirast istih maksimalan u jabuci dehidriranoj u rastvoru S3.

Primenom rastvora saharoze, porast sadržaja ispitivanih ugljenih hidrata najveći tokom prvog sata imerzije dok je, primenom melase, porast sadržaja ispitivanih ugljenih hidrata veći u prvom i u poslednja dva sata imerzije a u periodu između prvog i trećeg sata rast je slabije izražen.

Poznata je činjenica da mineralne materije u rastvoru imaju veliki značaj za normalno funkcionisanje i revitalizaciju pojedinih elemenata ćelija, organa i organizama biljaka i životinja. Pored velikog broja funkcija koje obavljaju od posebnog značaja za ovaj rad su obezbeđivanje propustljivosti ćelijske membrane za usmereni transport metabolita kao i obezbeđivanje promenljivog osmotskog pritiska a time i jonskog napona što omogućuje usmereni transport metabolita (Šušić S, Sinobad V, 1989).

U tabeli 3 dati su rezultati analiza ispitivanih mineralnih materija u jabuci sušenoj u rastvorima saharoze i melase šećerne repe.

Tabela 3. Promene sadržaja mineralnih materija u jabuci nakon osmotskog sušenja

Table 3. Changes in mineral matters content in apple after osmotic dehydration

Koncentracija osmotskog rastvora, % Concentration of osmotic solution, %	Vreme, h Time, h	K, mg/100g	Na, mg/100g	Ca, mg/100g	Mg, mg/100g
RASTVOR SAHAROZE, SUCROSE SOLUTION					
30	0	120,00	24,3	18,1	11,4
	1	111,80	21,78	16,65	10,17
	3	101,02	19,98	15,08	9,71
	5	96,38	17,96	14,78	8,71
50	0	120,20	24,3	18,1	11,4
	1	93,98	19,58	14,23	9,14
	3	87,00	17,09	13,37	8,2
	5	78,41	14,82	11,78	6,83
70	0	120,20	24,3	18,1	11,4
	1	95,34	19,64	14,19	8,82
	3	85,51	17,93	12,26	7,74
	5	79,49	16,3	11,33	6,71
MELASA ŠEĆERNE REPE, SUGAR BEET MOLASSES					
40	0	120,20	24,3	18,1	11,4
	1	128,23	30,17	19,87	11,96
	3	135,00	31,35	21,24	12,89
	5	139,67	35,86	23,49	13,52
60	0	120,20	24,3	18,1	11,4
	1	140,26	28,44	19,83	13,02
	3	143,04	34,9	29,05	21,78
	5	178,19	44,55	36,02	25,23
80	0	120,20	24,3	18,1	11,4
	1	143,68	25,69	20,36	13,5
	3	159,06	36,22	37,02	18,72
	5	170,57	44,71	43,88	25,6

Kako rastvor saharoze ne sadrži mineralne komponente tokom osmotskog sušenja dolazi do smanjenja njihovog sadržaja u osušanim uzorcima jabuke. Sa druge strane, melasa šećerne repe u svom sastavu ima sve ispitivane komponente pa, usled difuzije tih materija iz hipertoničnog rastvora u uzorak i obrnuto, dolazi do povećanja sadržaja navedenih komponenti u tretiranoj jabuci.

Sadržaj K se smanjivao sa produženjem vremena imerzije. Osmotska dehidracija u rastvoru S2, nakon 5 sati dovela je do najvećeg gubitka u sadržaju K u jabuci (34,77%) dok se najmanji gubici K javljaju se u uzorku S1, takođe nakon 5 sati (19,68%). Nakon tri sata imerzije sadržaj K je najveći u jabuci tretiranoj u rastvoru M3 i iznosi 159,06 mg/100g, da bi nakon 5 h trajanja procesa povećanje najviše bilo izraženo u jabuci dehidriranoj u rastvoru M2 (48,24%).

Sadržaj Na je najmanji u jabuci dehidriranoj u rastvoru S2 (50%) a najveći u jabuci tretiranoj 30% rastvorom saharoze (S1). Izraženo u procentima, nakon 5h imerzije minimalni gubitak Na iznosi 26,91% a maksimalni 39,01%.

Nakon prvog sata imerzije porast sadržaja Na najveći je u uzorku M1 i iznosi 24,16%. Na kraju procesa osmotskog sušenja tj. nakon 5 h maksimalno povećanje iznosi visokih 83,99% i to u jabuci sušenoj u 80%-oj melasi (M3) ali jako slični rezultati su postignuti i primenom 60%-e melase kao osmotskog agensa.

Kao i u prethodna dva slučaja gubitak Ca tokom procesa osmotske dehidracije je najmanji u rastvoru sa najmanjom koncentracijom suve materije. Sušenjem jabuke sa rastvorima manjih koncentracija dolazi do manje difuzije vode iz uzorka, pa samim tim manja je i difuzija u vodi rastvorljivih materija. Gubici su minimalni u uzorku S1 i nakon 5 h iznose 18,34% a najveći u uzorku S3 (37,4%). Porast sadržaja Ca je najviše izražen u uzorku dehidriranom u 80%-oj melasi i iznosi visokih 142,43% što znači da je količina Ca u tom uzorku za oko 2,5 puta veća u odnosu na količinu istog minerala u polaznom nedehidriranom uzorku.

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 3 a odnose se na sadržaj Mg u uzorku jabuke nakon 1,3 i 5 h imerzije gubitak ovog minerala je dosta veliki i nakon 5 h iznosi 41,14% u uzorku S3 i u poređenju sa gubicima ostalih komponenti (K, Na i Ca), pad sadržaja Mg je najveći.

Analiziranjem uzoraka jabuke dobijenih sušenjem u melasi šećerne repe nakon 1, 3 i 5 sati imerzije, dobijeni su rezultate koji ukazuju na znatan porast sadržaja Mg u finalnom proizvodu. Najbolji rezultati su postignuti primenom 80%-e melase kao osmotskog medijuma u uzorku M3. Količina ovog minerala nakon osmotskog sušenja je oko 2,2 puta veća u odnosu na količinu istog pre procesa.

Na osnovu tabelarno prikazanih rezultata, može se konstatovati da je primena melase šećerne repe kao hipertoničnog rastvora ima određenu prednost u odnosu na rastvor saharoze bez obzira na koncentraciju rastvora i na vreme trajanja imerzije. Pre svega primenom melase dolazi do povećanja sadržaja svih ispitivanih minerala a taj prirast razlikuje se u zavisnosti od koncentracije suve materije u melasi i od dužine trajanja procesa.

ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata analiza izvršenih pre i posle osmotskog sušenja evidentne su izvesne prednosti primene melase šećerne repe kao sirovine za pripremu osmotskih rastvora u procesu osmotskog sušenja. Ispitivanjem promene sadržaja mineralnih komponenti (K, Na, Ca i Mg) u uzorcima tretiranim rastvorima saharoze i melase šećerne repe, došlo se do rezultata koji idu u prilog melasi kao hipertoničnom rastvoru.

Sušenjem sa rastvorima saharoze došlo je do gubitka mineralnih materija iz jabuke, dok se sa osmotskim rastvorima melase

povećala količina mineralnih materija u jabuci , a samim tim i njena nutritivna svojstva.

Jabuka sušena u melasi imala je veći sadržaj nešećerenih materija u odnosu na onu koja je sušena u saharozi, što ukazuje na mogućnost da je došlo do difuzije nekih značajnih bio-aktivnih jedinjenja iz melase u jabuku i do povećanja nutritivne vrednosti jabuke.

Sadržaj ugljenih hidrata je imao veću vrednost u jabuci sušenoj u osmotskim rastvorima saharoze u odnosu na onu koja je sušena u melasi šećerne repe.

Napomena: Istraživanje je finansirano od strane Ministarstva nauke Republike Srbije, projekat broj: TR-20112

LITERATURA

- [1] AOAC, Official Methods of Analysis (2000), Washington, USA.
- [2] Dixon G. M. i Jen J. J. (1997). Changes of sugar and acid in osmotic dried apple slices. Journal of food Science, 42, 1126-1131.
- [3] Falade K. O., Akinwale T. O. i Adedokun O. O. (2003). Effect of drying methodson osmotically dehydrated cashew apples. Eur Food Res Technol, 216, 500-504.
- [4] Jokić A., Gyura J., Lević LJ., Zavargo Z. (2007): Osmotic dehydration of sugar beet in combined aqueous solutions of sucrose and sodium chloride. Journal of Food Engineering. 78 , 47-51.
- [5] Lerici C. L., Pinnavaria G., Dalla Rosa, M., Bartolucci L. (1985): Osmotic dehydration of fruits: influence of osmotic agents on drying behaviour and product quality. Journal of Food Science, 50, 1217-1219.
- [6] Lević LJ., Pribiš V., Bošnjaković L., Popović M.: Primena melase šećerne repe u proizvodima od mesa. 53 Savetovanje industrije mesa, Vrnjačka Banja, 2005.
- [7] Pribiš V., Lević LJ., Kuljanin T.: Promene senzorskih osobina melase šećerne repe sa ciljem njene primene u pekarskoj industriji. Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi -PTEP, 9, 5, 129-132, 2005.
- [8] Pribiš V., Lević LJ., Popović M., Plavšić D.: Boja dimljenog vrata salamurenog sa dodatkom melase šećernerepe. 53 Savetovanje industrije mesa, Vrnjačka Banja, 2005.
- [9] Ponting J. D., Walters G. G., Forrey R. R., Jackson R. i Stanley, W. L. (1996). Osmotic dehydration of fruits. Food Tehnology, 20, 125-128.
- [10] Ponting J. D. (1973). Osmotic dehydration of fruits recent modifications and applications. Process Biochemistry, 8, 18-20.
- [11] Oliviera I. M. i sar. (2006). Modeling and optimization of osmotic dehydration of banana followedc by air drying. Journal of Food Process Engineering, 29, 400-413.
- [12] Šušić S, Sinobad V. (1989): Istraživanja u cilju unapređenja industrije šećera Jugoslavije. Naučni rad. Hem. Ind. 43 (Suppl. 1-2) 10 -21. Univerzitet u Beogradu.
- [13] Šušić S., Kukić G., Sinobad V., Perunović P., Koronšovac B. i Bašić Đ. (1995). Osnovi tehnologije šećera. Industrija šećera Jugoslavije “ Jugošećer “ D. D., Beograd.

Primljeno: 25.10.2008.

Prihvaćeno: 28.10.2008.