

## MINERALNE MATERIJE U MELASI ŠEĆERNE REPE

Rada Jevtić Mučibabić<sup>1</sup>, Jasna Grbić<sup>1</sup>, Bojana Filipčev<sup>1</sup>, Olivera Šimurina<sup>1</sup>, Tatjana Kuljanin<sup>2</sup>  
rada.jevtic@fins.uns.ac.rs

<sup>1</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Institut za prehrambene tehnologije, 21000 Novi Sad, Srbija

<sup>2</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, 21000 Novi Sad, Srbija

### Izvod

Melasa, nusproizvod industrije šećera, predstavlja polikomponentni sistem, složenog hemijskog sastava i veoma pogodnu sirovinu za čitav niz prehrambenih tehnologija. Sastav melase uslovljen je kvalitetom šećerne repe, primenjenom tehnologijom prerade repe kao i upotrebljenim pomoćnim sredstvima. Glavni sastavni deo melase čine ugljeni hidrati, i to prvenstveno saharoza, ali su u znatnom procentu prisutni i nešećeri čiji je kvalitativni i kvantitativni sastav od osnovne važnosti za ocenu pogodnosti melase kao sirovine u prerađivačkim i fermentativnim industrijama. Nešećerne materije melase podeljene su na neorganske (mineralne), organske sa azotom i organske bez azota.

U radu je ispitan sadržaj mineralnih materija u melasi proizvedenoj preradom šećerne repe u srbijanskim fabrikama šećera. Analizom je obuhvaćen uticaj uslova proizvodnje na sadržaj neorganskih materija u melasi.

**Ključne riječi:** melasa, kvalitet, mineralne materije

### UVOD

Krajnji sirup, nusproizvod proizvodnje šećera (iz šećerne repe ili iz šećerne trske) iz kojeg se samo tehnikom kristalizacije više ne može dobiti šećer, a da ta proizvodnja ima ekonomsku opravdanost, naziva se melasa.

Melasa je osnovna sirovina za mnoge biofermentativne i prehrambene tehnologije. Razlog za to leži, prvenstveno, u izuzetno povoljnom sastavu melase. Drugi, ali ne manje važan, razlog je vrlo konkurentna cena melase u odnosu na druge sirovine pogodne za navedene industrije [1].

Proizvodnja šećera, a tim i melase u našoj zemlji se zasniva isključivo na preradi šećerne repe. Kao i svaki produkt proizveden iz biološkog materijala, melasa nema ujednačen, konstantan sastav i on zavisi od genetskih osobina upotrebljenog setvenog materijala, regiona u kojem se repa gaji, vremenskih prilika za vreme trajanja vegetacije, tehnike vađenja repe, uslova i vremena skladištenja repe pre prerade. Uticaj na sastav melase imaju i tehnologija dobijanja šećera i tehnička pomoćna sredstva upotrebljena za vreme prerade repe [2].

Ukoliko su faktori od kojih zavisi sastav melase u opsegu uobičajenih vrednosti dobija se melasa standardnog kvaliteta pogodna za industrijsko korišćenje, kao i za duže skladištenje bez primetnih gubitaka u komercijalnoj vrednosti.

U godinama, kada je repa lošijeg i neujednačenog sastava, tehnologija prerade se vodi sa manje ili više uspeha, uz veću potrošnju pomoćnog materijala za saniranje posledica prerade takve repe.

Pod adekvatnim uslovima prerade šećerne repe može se uzeti da je odnos komponenti u melasi saharoza : nešećeri : voda=50 : 30 : 20. Kako se iz datog odnosa može uočiti, glavni sastavni deo melase čine ugljeni hidrati, i to prvenstveno saharoza, ali su u znatnom procentu prisutni i nešećeri čiji je kvalitativni i kvantitativni sastav od osnovne važnosti za ocenu pogodnosti melase kao sirovine u prerađivačkim i fermentativnim industrijama. Nešećerne materije melase su podeljene u tri velike grupe: neorganske (~ 33%), organske sa azotom (~40%) i organske bez azota (~ 20%) [3, 4].

Neorganski, mineralni deo nešećera melase sastoji se iz soli karbonata, sulfata, hlorida, nitrata (u malim količinama fosfata) kalijuma, natrijuma, kalcijuma, magnezijuma, aluminijuma, gvožđa, amonijuma i dr. Sa aspekta iscrpljenja melase bitan je odnos molova saharoze i sume ekvivalenata kalijuma i natrijuma jer pokazuje uticaj alkalija na gubitke šećera u melasi.

Sadržaj natrijumovih jona u melasi zavisi od sadržaja natrijuma u zemljištu, kao i od dodavanja natrijumkarbonata u procesu proizvodnje šećera, da bi se regulisala vrednost pH gustog soka. Ako se prerađuje zrela repa, sadržaj zemnoalkalnih jona se kreće od 6 - 8 % ukupnog katjonskog sadržaja melase. Kalijum u melasi potreban je kao koenzim enzima koji učestvuju u oksido-redukcionim reakcijama i aktivno učestvuju u procesu rasta i umnožavanja kvasaca [5, 6].

Melasa šećerne repe kao koncentrat biogenih elemenata i niza bioaktivnih jedinjenja može da upotpuni asortiman potencijalno korisnih sastojaka u proizvodnji obogaćenih prehrambenih proizvoda. Nešećerni deo melase sadrži mnoge važne nutrijente, prvenstveno mineralne materije, kao i čitav niz drugih bioaktivnih jedinjenja kao što su proteini, betain, glutaminska kiselina, purinske i pirimidinske baze, organske kiseline i melanoidine od kojih neka doprinose i značajnom antioksidacionom potencijalu melase.

U okviru istraživanja ispitan je kvalitet melase proizvedene u srbijanskim fabrikama šećera. Određen je sastav mineralnih materija, kao i uticaj uslova proizvodnje na sadržaj istih.

## MATERIJAL I METODI

Istraživanja su sprovedena korišćenjem uzoraka melase proizvedene preradom šećerne repe u srbijanskim fabrikama šećera.

Osnovni parametri kvaliteta melase, kao i sadržaj mineralnih materija, određeni su po metodima datim u priručnicima za laboratorijsku kontrolu procesa proizvodnje šećera [7]. Metodi su usaglašeni sa propisima datim od International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis (ICUMSA) [8].

Statistička obrada podataka, u cilju izračunavanja osnovnih statističkih deskriptivnih pokazatelja, obavljena je primenom statističkog programa StatSoft Statistica 10 [9].

## REZULTATI I DISKUSIJA

U tabeli 1. su prikazane prosečne vrednosti i statistička analiza ispitivanih parametara kvaliteta korišćenih uzoraka melase. Rezultati ispitivanja pokazuju da postoje razlike u vrednostima određivanih parametara, što ide u prilog činjenici da je šećerna repa biološki materijal čiji kvalitet varira u zavisnosti od uslova proizvodnje. Variranja ove grupe pokazatelja uslovljena su kvalitetom šećerne repe kao i karakteristikama proizvodnog procesa koji se primenjuje u pojedinim fabrikama.

*Tabela 1. Osnovni parametri kvaliteta melase*

Parametri	Minimum	Maksimum	Prosek	Standardna devijacija	Koeficijent varijacije
Suva materija %	80,08	83,02	80,71	0,858	1,063
Polarizacija %	48,74	53,90	50,30	1,608	3,198
Kvocijent čistoće %	60,52	65,41	62,31	1,50	2,442
Redukujuće materije %	0,28	1,22	0,58	0,27	46,55
Sadržaj SO <sub>2</sub> mg/kg	9,30	58,64	19,89	15,280	76,797
Vrednost pH	7,10	7,98	7,37	0,260	3,525

Sastav mineralnih materija određenih u melasi prikazan je u tabeli 2.

Mineralne materije čine težinski 1/3 od ukupne mase nešećera u melasi. Sulfatni pepeo čine ukupne mineralne materije, rastvorljive i nerastvorljive u vodi, čiji je sadržaj u granicama od 11,68 do 14,23%. Konduktometrijski pepeo predstavljaju mineralne materije rastvorljive u vodi i provodljivi organski nešećeri. Prosečna vrednost konduktometrijskog pepela je 12,24%, što pokazuje da mineralne materije rastvorljive u vodi čine 93 % od ukupnih mineralnih materija.

Alkalni joni u proseku predstavljaju 33,6% konduktometrijskog, odnosno 31,2% sulfatnog pepela. Odnos kalijuma i natrijuma u melasi je 2,77 : 1 i razlikuje se od odnosa u repi zbog intenzivne korekcije alkaliteta netermostabilnih međufaznih produkata dodatkom natrijumhidroksida, odnosno natrijumkarbonata. Sadržaj magnezijuma u melasi je neznatan, u proseku 0,07%, zbog toga što se on skoro sav odstrani u fazi čišćenja difuznog soka [5].

Prisustvo rastvorljivih kalcijumovih jedinjenja u melasi povećava se kod prerade alterirane, mikrobiološki kontaminirane repe kao i kod repe koja nije imala adekvatne agrotehničke mere. Korekcija alkaliteta netermostabilnih međufaznih produkata, takođe utiče na povišenje sadržaja kalcijumovih jedinjenja [6]. Prosečan sadržaj kalcijum oksida iznosi 0,60%, sa variranjem od 0,34 do 1,02%.

Tabela 2. Mineralne materije u melasi

Parametri	Minimum	Maksimum	Prosek	Standardna devijacija	Koeficijent varijacije
Pepeo, konduktometrijski %	10,43	13,48	12,24	0,87	7,11
Pepeo, sulfatni %	11,68	14,23	13,18	0,84	6,37
Kalijum %	2,19	3,82	3,02	0,47	15,56
Natrijum %	0,71	1,48	1,09	0,22	20,18
Kalcijum oksid %	0,34	1,02	0,60	0,21	35,00
Magnezijum oksid %	0,02	0,17	0,07	0,04	57,14

Procentualni sadržaj navedenih alkalnih i zemnoalkalnih jona u konduktometrijskom pepelu melase iznosi:

Kalijum	Natrijum	Kalcijum	Magnezijum
24,8	8,9	4,9	0,5

Zbog melasotvornih osobina alkalnih soli, kao i zbog njihove uloge u aktivnosti mnogih enzima koji učestvuju u oksido-redukcionim reakcijama i utiču na proces rasta i umnožavanja proizvodnih mikroorganizama [2,3], značajni su podaci određivanja alkalnih jona u melasi.

Prosečne vrednosti katjona u melasi izražene u mmol na 100 grama nešećera kao i interval rasipanja prikazane su u tabeli 3, iz koje se vidi da su preko 56% joni kalijuma, a preko 34% joni natrijuma. Sadržaj zemnoalkalnih jona je, u proseku, ispod 9% što je u granicama vrednosti za preradu zrele, zdrave repe [3].

Tabela 3. Prosečne vrednosti katjona u melasi, interval rasipanja i procentualni udeo pojedinih jona u ukupnom sadržaju katjona melase

Katjoni		Srednja vrednost mmol/100 g nešećera	Interval rasipanja mmol/100 g nešećera	Udeo %
Ukupni katjoni		416,58	363,0 – 465,8	100
od toga	K <sup>+</sup>	234,7	196,2 – 265,3	56,3
	Na <sup>+</sup>	144,0	132,4 – 158,3	34,6
	Ca <sup>2+</sup>	32,6	31,4 – 34,6	7,83
	Mg <sup>2+</sup>	5,28	3,0 – 7,66	1,3

Na ispitivanim uzorcima melase, proizvedene u srbijanskim fabrikama šećera, statistički značajne razlike u zavisnosti od uslova proizvodnje utvrđene su za sulfatni pepeo ( $p=0,001$ ) i kalcijum oksid ( $p=0,05$ ).

U tabeli 4 prikazana je značajnost razlika mineralnih materija u melasi u zavisnosti od uslova proizvodnje.

Tabela 4. Značajnost razlika mineralnih materija u melasi u zavisnosti od uslova proizvodnje ( $p=0,05$ )

Najmanje značajne razlike*			
Pepeo sulfatni, %		Kalcijum oksid, %	
LSD = 0,799		LSD = 0,272	
Oznaka fabrike	Rangovi	Oznaka fabrike	Rangovi
C	a	C	a
E	a	E	ab
A	a	A	ab
F	ab	B	ab
D	b	F	b
B	b	D	b

\*Razlika rezultata rangiranih istom slovnom oznakom (a,b,c) nije statistički značajna

Statistički značajno viši sadržaj sulfatnog pepela registrovan je u fabrici C, E i A u odnosu na fabrike D i B, a statistički značajno viši sadržaj kalcijum oksida registrovan je u fabrici C u odnosu na fabrike F i D. Na bazi ovih rezultata može se zaključiti da je prisustvo određenog sadržaja kalcijum oksida u melasi preventivno posledica primenjenog tehnološkog postupka.

## ZAKLJUČAK

Na bazi dobijenih rezultata ispitivanja može se zaključiti da osnovni pokazatelji hemijskog sastava melase, iako pokazuju određena variranja u vrednostima, uslovljena činjenicom da je melasa proizvod nastao iz biološkog materijala, nalaze se u intervalu vrednosti koje zadovoljavaju potrebe prerađivačke i fermentativne industrije.

Melasa predstavlja vrlo vrednu sirovinu za čitav niz tehnologija, s obzirom da se u odnosu na šećernu repu dobija oko 4% melase i da sadrži u proseku oko 50% saharoze kao i veliki broj organskih i neorganskih jedinjenja. Od ukupne mase nešećera u melasi, mineralne materije čine jednu trećinu, od čega su kalijum, natrijum, magnezijum i kalcijum prisutni u količini od 93%. Makroelementi prisutni u melasi imaju značajnu ulogu kako u aktivnosti mnogih enzima u fermentativnim procesima, tako i za normalno funkcionisanje ljudskog organizma. Iako je najoptimalnije melasu upotrebiti za tradicionalne namene, svetski trend potražnje za proizvodima koji imaju poboljšan nutritivni sastav, melasu šećerne repe, kao koncentrat biogenih elemenata (kalijum, kalcijum, magnezijum, natrijum) i niza bioaktivnih jedinjenja koja mogu da upotpune asortiman korisnih sastojaka u proizvodnji obogaćenih prehrambenih proizvoda, svrstava u potencijalnu sirovinu prehrambene industrije.

## ZAHVALNOST

Rad predstavlja deo istraživanja realizovanih u okviru projekta III46005 finansiranog od strane Ministarstva za prosvetu, nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije i projekta broj: 114-451-3697/2012-03 finansiranog od Pokrajinskog sekretarijata za nauku i tehnološki razvoj AP Vojvodine.

## LITERATURA

- [1] Hoffman, C., Huijbregts, T., van Swaaij, N., Jansen, R.: Impact of different environments in Europe on yield and quality of sugar beet genotypes, *European Journal of Agronomy*, 2009, 30, 17-2.
- [2] Kukić, G.: Melasa, Osnovi tehnologije šećera, 2 knjiga, editor Šušić, S., Industrija šećera SR Jugoslavije »Jugošećer«, Beograd, 1995.
- [3] Schiweck, H.: Zusammensetzung von Zuckerrübenmelassen, *Zuckerind.* 119, 1995, 4, 272-282.

- [4] Mahn, K., Hoffmann, C., Märländer, B.: Distribution of quality components in different morphological sections of sugar beet (*Beta vulgaris* L.), European Journal of Agronomy, 2002, 17, 29-3.
- [5] Van der Poel, W.P., De Brujin, J.M., De Viser, N.H.M., Konings, J.: Balance of cations and anions in sugar beet processing, Zuckerind. 115, 1990, 11, 973-949.
- [6] Van der Poel, W.P., Schiweck, H., Schwartz, T.: Sugar Technology , Verlag Dr. Albert Bartens, Berlin, 1998.
- [7] Milić, M., Karadžić, V., Obradović, S.: Metode za laboratorijsku kontrolu procesa proizvodnje fabrika šećera, Tehnološki fakultet, Zavod za tehnologiju šećera, Novi Sad, 1992.
- [8] ICUMSA: Methods Book,, Dr. Albert Bartens KG, Berlin, 2003.
- [9] Hadživuković S., Čobanović K.: Statistika: Principi i primena, Poljoprivredni fakultet, Institut za ekonomiku poljoprivrede i sociologiju sela, Novi Sad, 1994.

**DOI: 10.7251/JEPMSR1305081J**

**UDK: 664.151.2**

**Scientific paper**

## **MINERAL SUBSTANCES IN SUGAR BEET MOLASSES**

Rada Jevtić Mučibabić<sup>1</sup>, Jasna Grbić<sup>1</sup>, Bojana Filipčev<sup>1</sup>, Olivera Šimurina<sup>1</sup>, Tatjana Kuljanin<sup>2</sup>  
*rada.jevtic@fins.uns.ac.rs*

<sup>1</sup>*University of Novi Sad, Institute of Food Technology, 21000 Novi Sad, Serbia*

<sup>2</sup>*University of Novi Sad, Faculty of Technology, 21000 Novi Sad, Serbia*

### **Abstract**

*Molasses, a byproduct of the sugar industry, presents multicomponent system of complex chemical composition and a suitable raw material for a range of food technology. The composition of molasses is conditioned by the sugar beet quality, applied beet processing technology and used aids. The main parts of molasses consists carbohydrates, primarily sucrose. Significant percentage of nonsucroses presents the compounds whose qualitative and quantitative composition is essential for estimation the benefits of molasses as a raw material in the processing and fermentation industries. Non sucrose molasses substances are divided into inorganic (mineral) compounds, organic compounds with nitrogen and organic compounds without nitrogen. The research work has dealt with investigations of molasses mineral substances, which was produced in the sugar beet processing of Serbian factories. The analysis included the impact of the processing conditions on content and composition of molasses nonsucrose substances.*

**Key words:** *molasses, quality, mineral substances.*