

PRIMENA MELASE ŠEĆERNE REPE NAKON OSMOTSKE DEHIDRATACIJE JABUKE ZA PROIZVODNJU BIOETANOLA

APPLIANCE OF SUGAR BEET MOLASSES AFTER OSMOTIC DEHYDRATION OF APPLE FOR BIOETHANOL PRODUCTION

Dr Ljubinko LEVIĆ, dr Radojka RAZMOVSKI, mr Vesna VUČUROVIĆ, Gordana KOPRIVICA, dipl. ing.,
Nevena MIŠLJENović, dipl. ing.
Tehnološki fakultet, 21000 Novi Sad, Bulevar Cara Lazara 1, megamum@uns.ns.ac.yu

REZIME

U radu je ispitana mogućnost upotrebe melase šećerne repe, nakon procesa osmotske dehidracije jabuke, kao sirovine u proizvodnji bioetanol. Postupkom osmotske dehidracije sadržaj vlage u jabuci je smanjen približno dva puta. U okviru eksperimenta izvršene su paralelne fermentacije, standardne melase (80,12% s.m) i melase dobijene nakon osmotske dehidracije jabuke (68,01% s.m). Rezultati ukazuju na činjenicu da osmotskom dehidracijom melasa šećerne repe ne gubi na kvalitetu za proizvodnju bioetanol. Primenom melase nakon osmotske dehidracije jabuke postiže se viši stepen iskorišćenja suve materije melase na etanol (6,64% m/m), skraćuje se trajanje fermentacije i može se postići ušteda procesne vode za pripremu podloge za fermentaciju.

Cljučne reči: osmoska dehidracija, melasa šećerne repe, jabuka, fermentacija, bioetanol.

SUMMARY

This paper examines the possibility of sugar beet molasses application, after osmotic dehydration process, as a source for bioethanol production. By using the process of osmotic dehydration, the water content in apple was decreased approximately two times. The experiment was conducted in two parallel fermentation processes: with standard molasses (80.12% d.m.) and molasses after osmotic dehydration of apple (68.01% d.m.). The results of this paper indicate that, by osmotic dehydration, sugar beet molasses do not decrease in quality for bioethanol production. Using molasses after osmotic dehydration of apple, the efficiency of dry matter of molasses is increased (6.64 % w/w), the fermentation time is decreased and it is possible to save processing water used for preparation of fermentation substrate.

Key words: osmotic dehydration, sugar beet molasses, apple, fermentation, bioethanol.

UVOD

Za osmotsku dehidraciju jabuke, kao i drugog voća i povrća, za sada se pretežno kao hipertonični rastvori koriste različiti šećeri i natrijum hlorid /1,2/. Novija istraživanja pokazuju da se u ove svrhe vrlo uspešno može upotrebiti i melasa šećerne repe /3,4,5/.

Melasa šećerne repe je koncentrovani tečni ekstrakt sa sadržajem suve materije od oko 80%. Sadrži oko 50% saharoze, 1% rafinoze, 0,25% glukoze i fruktoze, 5% belančevina, 6% betaína, 1,5% nukleozida, purinskih i pirimidinskih baza i različite organske kiseline /6/. Pored navedenih sastojaka, melasa šećerne repe predstavlja značajan izvor brojnih mikronutricijenata (vitamina i minerala), naročito kalijuma, kalcijuma, gvožđa i magnezijuma /7/. Ima svojstva humektanta i antioksidanta /8/.

Osmotska dehidracija kao predtretman ima prednost nad uobičajenim postupcima sušenja, jer ne dolazi do promena u nutritivnim i funkcionalnim osobinama hrane, kao ni u njenom izgledu (boja, tekstura, itd.). Smanjenje sadržaja vlage odvija se bez promene agregatnog stanja vode tako da je mnogo povoljnija i sa aspekta uštede u energiji /9,10/. Međutim, i dalje je osnovni problem u korišćenju velikih količina hiperotiničnih rastvora, pa su istraživanja usmerena u dva pravca – ponovnim korišćenjem jednom upotrebljenog rastvora uz naknadnu korekciju njegove suve materije ili valorizacijom korišćenog osmotskog rastvora kao nusproizvoda u drugim industrijskim granama /11,12/.

Bioetanol je strateška sirovina i primenjuje se u prehrambenoj, farmaceutskoj i petrohemijskoj industriji /13/, koristi se i kao moderno biogorivo tj. direktno kao aditiv ili supstituent benzina /14/, u obliku ETBE-a (etilercijalnog butiletra) odnosno sintetičkog poboljšivača oktanskog broja /15/. Moguća je i njegova primena u smeši sa dizelom u svrhu redukcije otpadnih ga-

sova /16/. U današnje vreme 95% proizvedenog etanola se dobija fermentacijom sirovina koje sadrže šećer, skrob ili celulozu.

Melasa šećerne repe predstavlja tradicionalno najpogodniju sirovinu za proizvodnju bioetanol. Količina šećera koju mikroorganizmi mogu da usvoje u njoj dostiže i do 50%. Šećeri su u fermentabilnom obliku te, za razliku od skrobnih i celuloznih sirovina, nije neophodna skupa dodatna priprema do fermentabilnih šećera /17/.

Cilj naših istraživanja je da se ispita mogućnost korišćenja melase šećerne repe nakon osmotske dehidracije jabuke, u industriji alkohola, za proizvodnju bioetanol.

MATERIJAL I METOD

Za osmotsku dehidraciju su korišćene jabuke nabavljene na lokalnoj tržnici. Pre upotrebe jabuke su čuvane na temperaturi od 4°C, a zatim su temeljno oprane i sečene u cilindrične oblike visine 20 mm i prečnika 20 mm ostrim cilindričnim noževima.

Kao hipertonični rastvor korišćena je standardna melasa šećerne repe, fabrike šećera iz Bača.

Osmotska dehidracija je izvedena na atmosferskom pritisku i temperaturi 55°C.

Odnos mase uzoraka jabuke prema masi melase bio je 1:4. Nakon osmotske dehidracije jabuke su ispirane pod mlazom vode i obrisane upijajućim papirom da bi se uklonio višak vode zaostao nakon pranja.

Podloga za fermentaciju je pripremljena rastvaranjem 125 g melase u česmenskoj vodi i sterilisana u autoklavu 20 minuta pri temperaturi od 120°C. Podloge su inokulisane sa 40 ml suspenzije svežeg pekarskog kvasca *Saccharomyces cerevisiae* (25g kvasca u mernom sudu od 200 ml).

Diskontinualna alkoholna fermentacija obavljena je u anaerobnim uslovima u termostatu na temperaturi 30°C, na tresilici

pri 120 o/min, uz praćenje brzine fermentacije merenjem mase izdvojenog CO₂ svakih 24h sve do kraja fermentacije. Kada je oslobođena količina CO₂ postala manja od 0,2 g/dan fermentacija je prekinuta.

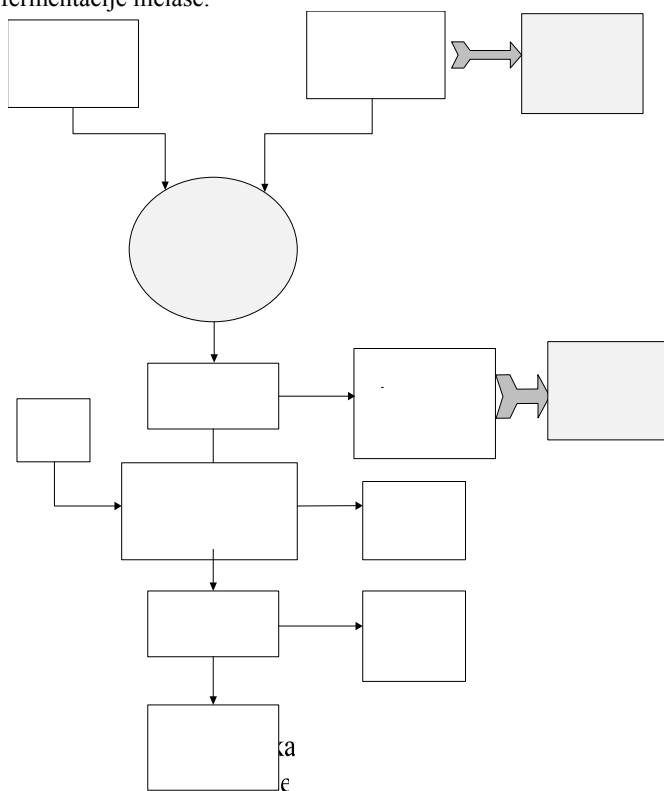
Profermentisane podloge su podvrgnute standardnoj destilaciji, a zatim redestilaciji iz bazne sredine.

Hemijski sastav polaznih sirovina i finalnih proizvoda određivani su po metodama AOAC /18/.

REZULTATI I DISKUSIJA

Kvantitativna tehnološka šeme procesa osmotske dehidracije prikazana je na slici 1.

U polaznim uzorcima jabuke sadržaj vlage je bio 86,42% dok je u osmotski dehidriranom proizvodu sadržaj suve materije (s.m) povećan za više od 3,5 puta. U tabeli 1 prikazan je osnovni hemijski sastav melase šećerne repe pre i posle osmotske dehidracije (OD) jabuke, kao i rezultati dobijeni nakon alkoholne fermentacije melase.



Sl. 1. Kvantitativna šema osmotske dehidracije jabuke u melasi šećerne repe

Fig 1. Quantitative scheme of osmotic dehydration of apple in sugar beet molasses

Na osnovu rezultata prikazanih u tabeli 1, može se zaključiti da se nakon osmotske dehidracije melase ostvaruje niži sadržaj etanola u destilatu za 0,39% vol. i dobija manji prinos etanola po jedinici mase, za 0,726 g/100g u odnosu na standardnu melasu. Step en iskorišćenja standardne melase je viši za svega 1,43% nego u melasi posle osmotske dehidracije. Ovi podaci ukazuju na to da suva materija melase osmotkom dehidracijom ne gubi značajno na kvalitetu za proizvodnju etanola. Ovu pretpostavku potvrđuje podatak da se kod melase nakon osmotske dehidracije postiže viši step en iskorišćenja suve materije na etanol za 6,64%. Fermentacija standardne melase traje 48 h, dok se fermentacija melase nakon osmotske dehidracije završava za 24 h. Viši step en iskorišćenja melase na etanol nakon osmotske dehidracije kao i skraćeno vreme fermentacije, može biti posledica povećanja sadržaja nekih mineralnih materija i nutrienata

neophodnih kvascu tokom fermentacije. Kako se tokom pripreme podloge za fermentaciju melasa šećerne repe razblažuje, osmotskom dehidracijom može se postići ušteda procesne vode za pripremu podloge za fermentaciju.

Tabela 1. Osnovni hemijski sastav melase i rezultati alkoholne fermentacije melase

Table 1. Basic chemical composition of molasses and results of ethanol fermentation of molasses

Parametri Parameters	Pre OD (standardna) Before OD (standard)	Posle OD After OD	Razlika Difference
Suve materije, % Solid content, %	80,12	68,01	
Saharoza, % m/m s.m Sucrose, % w/w d.m.	50,19	39,21	
K, mg/100g	4100,3	4129,11	
Na, mg/100g	590,2	593,51	
Ca, mg/100g	198,2	198,11	
Mg, mg/100g	95,6	95,42	
Etanola u destilatu, % v/v Ethanol in destillate, % v/v	6,77	6,38	0,39
Prinos etanola, g etan./100g melase Ethanol yield, g eth./g molass	20,856	20,13	0,726
Iskorišćenje melase na etanol, % m/m Efficiency of molasses, % w/w	38,85	37,42	1,43
Iskorišćenje s.m melase, % m/m Efficiency of molasses d.m., %w/w	48,38	55,02	-6,64

ZAKLJUČCI

Procesom osmotske dehidracije je znatno povećan sadržaj suve materija u jabuci sa 13,58% na 52,3%, a istovremeno je dobijena melasa koja se pokazala kao pogodan supstrat za proizvodnju bioetanola.

Primenom melase nakon osmotske dehidracije dobijena je melasa sa nižim prinos etanola po jedinici mase melase, ali postignut je viši step en iskorišćenja suve materije melase.

Melasa nakon osmotske dehidracije ne gubi značajno na kvalitetu za proizvodnju etanola, već biva obogaćena mineralnim materijama i nutrijentima neophodnim kvascu tokom fermentacije. Primenam elase nakon osmotske dehidracije jabuke u proizvodnji etanola je ekonomski i ekološki opravdana.

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

LITERATURA

- [1] AOAC - Methods of Analysis of Official Analytical Chemists 2000 17th Edition, Washington
- [2] Baras J., Gaćeša S., Pejčin D.: Ethanol is strategic raw material, Chem. Ind. 56 (2002), p. 89-105.
- [3] Cáceres-Farfán Mirbella, Lappe Patricia, Larqué-Saavedra Alfonso, Magdub-Méndez Abdo, Barahona-Pérez Luis, Ethanol production from henequen (Agave fourcroydes Lem.) juice and molasses by a mixture of two yeasts, Bioresource Technology 99 (2008) p. 9036-9039.

- [4] Demirbas A. Progress and recent trends in biofuels, *Progress in Energy and Combustion Science*, doi: 10.1016/j.peccs.(2006). 06. 001.
- [5] Djelveh, G., Gros, J.B., Emam-Djomeh, Z.: Osmotic Dehydration of Foods in a Multicomponent Solution, *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 34, (2001), 319-323.
- [6] Filipčev, B., Lević, Lj., Šimurina, O., Kuljanin, t.: Priprema voća postupkom osmotske dehidracije u melasi šećerne repe sa ciljem njegove primene u pekarskoj industriji, *PTEP - Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi*, Novi Sad,, 10(2006)1-2, str. 154-157.
- [7] Filipčev, B., Lević, Lj., Pribiš, V., Kabić, D.: Melasa šećerne repe kao pogodan hipertonični rastvor za osmotski tretman jabuke, XIII Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, Zbornik radova, vol.13 (2008), str. 323-331.
- [8] Fragoso, A.V., Chanes, J.W., Giroux, F.: Properties of a sucrose solution reused in osmotic dehydration of apples, *Drying technology*, 16(7) (1998) 1429-1445
- [9] Hansen A. , Zhang Q., Lyne P.: Ethanol-diesel fuel blends-a review, *Bioresourse Technology* 96, (2005), p. 277-285.
- [10] Hickenbottom, J.: Use Molasses in Bakery Products, (1996) AIB Technical Bulletin, XVIII 6: p. 1-6.
- [11] Lević, Lj., Pribiš, V., Filipčev, B., Kuljanin, T.: Promena antioksidativnog potencijala finih kvasnih peciva pri dodavanju voća i povrća osmotski dehidriranom u melasi šećerne repe, *PTEP - Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi*, Novi Sad, 12(2008)3. str. 124 – 126.
- [12] Mavroudis, N., Gekas, V., Sjöholm, I.: Osmotic Dehydration of Apples - Effects of Agitation and Raw Material Characteristics, *Journal of Food Engineering*, 35 (1998) p. 191 - 209.
- [13] Rastogi, N.K., Raghavarao, K.S., Niranjana, K., Knorr, D.: Recent developments in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer, *Trends in Food Science & Technology* 13 (2002) p. 48-59.
- [14] Rosa, M.D., Giroux, F.: Osmotic treatments and problems related to the solution management, *Journal of Food Engineering*, 49 (2001) p. 223 - 236.
- [15] Rosenberger A., Kaul H.-P. , Senn T., Aufhammer W., Improving the energy balance of bioethanol production from winter cereals: the effect of crop production intensity, *Applied Energy* 68, (2001), 51-67, available at: www.elsevier.com/locate/apenergy
- [16] Sacchetti, G., Gianotti, A., Rosa, D.M.: Sucrose-salt combined effects on mass transfer kinetics and product acceptability, *Journal of Food Engineering*, 49 (2001) 163-173.
- [17] Steinmetzer, W.: Die Verwertung der Nichtzuckerstoffe der Zuckerrubenmelasse, *Zuckerindustrie*, 116, Nr.1, (1991), p. 30-39.
- [18] Šušić, S., Sinobad, V.: Istraživanja u cilju unapređenja industrije šećera Jugoslavije, *Hemijska industrija*, Beograd, 43(1989)1-2, str. 10-21.

Primljeno: 26.10.2008.

Prihvaćeno: 30.10.2008.