

OPTIMALNA VREDNOST pH ZA KOAGULACIJU KOLOIDA U PRVOJ KARBONATACIJI SOKA ŠEĆERNE REPE

Rada Jevtić-Mučibabić¹, Jasna Grbić¹, Aleksandar Jokić², Bojana Prodanić²

¹Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad, Srbija

²Tehnološki fakultet, Novi Sad, Srbija

Kvalitet ekstrakcionog soka šećerne repe, uglavnom, je određen koncentracijom i sastavom nešećera, čija količina i vrsta zavisi od tehnološkog kvaliteta repe i uslova ekstrakcije. Koagulacioni optimum pri koagulaciji rastvorenih i peptizovanih koloida nalazi na istoj vrednosti pH.

Cilj ovog rada je određivanje tačke optimalnog taloženja koloida u fazi prve karbonatacije ekstrakcionog soka. U laboratorijskim uslovima, na presovanom soku repne kaše različitog kvaliteta, je određivana optimalna tačka koagulacije spektrofotometrijskim merenjem mutnoće.

Rezultati ispitivanja su pokazali da organske kiseline koje nastaju mikrobiološkom razgradnjom saharoze, kod alterirane repe, utiču na pomeranje pH optimuma koagulacije ka nižim vrednostima, kao i na smanjenje preciznosti određivanja.

Ključne reči: ekstrakcioni sok, karbonatacija, koagulacija koloida, alkalitet

Uvod

Ekstrakcioni sok je vodeni ekstrakt iz ćelija rezanaca šećerne repe. U našim uslovima, 12-16 % njegove suve materije su nesaharozne materije biološkog porekla, veoma heterogenog sastava.

Koloidi ekstrakcionog soka su prirodni makromolekuli veoma različite hemijske građe. To su uglavnom polimeri ugljenohidratne prirode ~ 85% (pektini i polimeri pentoza i heksoza). Preostali deo prirodnih makromolekula su proteini i proteidi (peptidi, belančevine, nukleoproteidi i sl.). U soku su takođe prisutni neutralni ugljenohidratni polimeri (araban, galaktan, dekstran, levan) kao i saponini.

U tehnološkom procesu proizvodnje šećera, u fazi čišćenja ekstrakcionog soka, jedan od glavnih zadataka je postići što potpunije taloženje koloida u predalkalizaciji, da bi se maksimalno smanjila peptizacija koloida u uslovima visokog alkaliteta u narednim fazama čišćenja soka [1]. Optimizacija postupka čišćenja obuhvata postizanje maksimalnog efekta čišćenja i minimalnu boju retkog soka u uslovima optimalne specifične potrošnje kreča i toplotne energije [2,3,4].

Analitičko praćenje efekta flokulacije i koagulacije nakon predalkalizacije i karbonatacije ukazuje na to da se 80-90 % pektina ekstrakcionog soka, molekulske

mase veće od 6000, istaloži već na predalkalizaciji. Belančevine se, u većoj meri, izdvajaju u koagulacionoj karbonataciji [5].

Istraživanja Buchholza i Schliephakea [6] pokazala su da je za uspešno taloženje pektinske komponente neophodno prethodnom deesterifikacijom osloboditi karboksilne grupe, u znatnoj meri, da bi se one sa viškom Ca^{++} jona efektno taložili i omogućili što potpunije izdvajanje. U prisustvu alkalija, mogu se i nizovi pektinskih molekula kidanjem glikozidnih veza raspasti na molekule manje molekulske težine, čije taloženje postaje problematično. Ova pojava je posebno karakteristična za repu obolelu u toku vegetacije, kao i za druge polisaharidne i proteinske materije ekstrakcionog soka pri preradi alterirane sirovine.

Optimalna vrednost pH predalkalizacije i prve karbonatacije uslov je za maksimalno taloženje koloida kao i za smanjenje peptizacije koloida koji su već bili taloženi. Koagulacioni optimum pri koagulaciji rastvorenih i peptizovanih koloida nalazi se na istoj vrednosti pH. Ova činjenica je od posebnog značaja, jer ukazuje da će se peptizujuće dejstvo viška $\text{Ca}(\text{OH})_2$ koji se dodaje u fazi glavne alkalizacije, u znatnoj meri smanjiti ako se prva karbonatacija završi na onom pH koji odgovara koagulacionom optimumu. U tom slučaju deo peptizovanih koloida ponovo će koagulisati i povećati efekat čišćenja [9].

U ovom radu, ispitan je spektrofotometrijski metod određivanja tačke optimalnog taloženja koloida u fazi prve karbonatacije čišćenja presovanog soka repe različitog tehnološkog kvaliteta u laboratorijskim uslovima.

Eksperimentalni deo

Osnovni materijal za sve eksperimente je repna kaša dobijena na automatskoj liniji laboratorije za prijem repe fabrike šećera. Do izvođenja eksperimenata, kaša je čuvana u zamrznutom stanju. Presovanjem odmrznute repne kaše u mehaničkoj presi tipa "Fratelli Brini" sa komprimovanim vazduhom od 6 atm, proizveden je presovani sok pod standardnim uslovima.

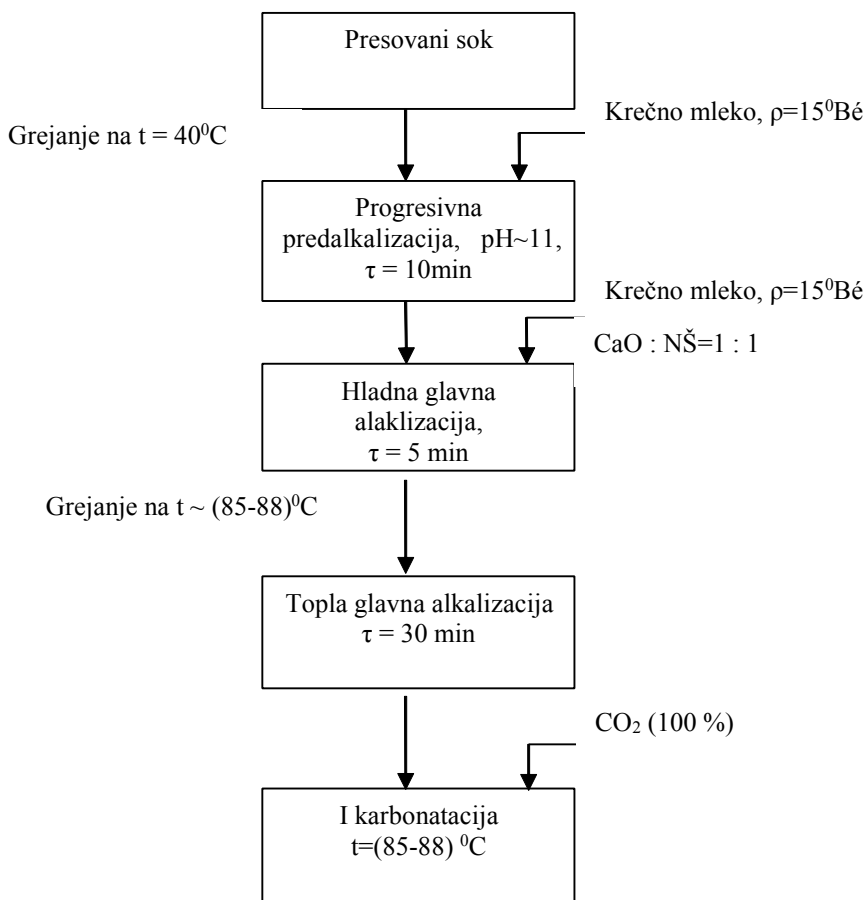
Alkalizacija presovanog soka izvedena je krečnim mlekom gustine 15 °Bé, aktiviteta 96%, pripremljenim u laboratoriji hidratisanjem pečenog kreča. Količina krečnog mleka određena je prema sadržaju nešećera presovanog soka, tako da je odnos kalcijum oksida i nešećera 1:1.

Na slici 1 prikazan je postupak čišćenja presovanog soka do prve karbonatacije.

Kvalitet repne kaše, presovanog soka i soka prve karbonatacije određeni su po metodima objavljenim u priručniku "Metode za laboratorijsku kontrolu procesa proizvodnje fabrika šećera" [7].

U tabeli 1 prikazani su metodi analiza ispitivanih produkata.

Za određivanje optimalne tačke koagulacije koloida u soku prve karbonatacije primenjen je metod Krausa i sar.[8].



Slika 1 - Šema proizvodnje soka prve karbonatacije u laboratorijskim uslovima

Posle tople glavne alkalizacije, uvodi se ugljen dioksid u sok, što predstavlja postupak prve karbonatacije.

U toku postepenog snižavanja vrednosti pH soka, uzimani se uzorci soka za analizu i ohlađeni na sobnu temperaturu.

U cilju postizanja veće preciznosti, uzima se veći broj uzoraka u što kraćim vremenskim intervalima.

Tabela 1 - Metodi analiza

Pokazatelji kvaliteta	Produkti	Metod	Aparati
Šećer	Repna kaša, presovani sok	Polarimetrija	Saccharomat IV, Schmidt+Haensch
Suva materija	Presovani sok	Refraktometrija	Refraktometar DUR-S, Schmidt+Haensch
Kalijum	Repna kaša	Plamenofotometrija	Atomski apsorpcioni spektrofotometar Carl Zeiss Jena
Natrijum	Repna kaša	Plamenofotometrija	Atomski apsorpcioni spektrofotometar Carl Zeiss Jena
Alfa-amino azot	Repna kaša	Spektrofotometrija	Spektrofotometar Specord M 40, Carl Zeiss Jena
Invertni šećer	Presovani sok	Berlinskog instituta	-
pH	Presovani sok, sok prve karbonatacije	Potencimetrija	pH metar MA 5705, Iskra
Pepeo	Presovani sok	Konduktometrija	Konduktometar MA 5964 Iskra
Mutnoća	Sok prve karbonatacije	Spektrofotometrija	Spektrofotometar Specord M 40, Carl Zeiss Jena

Nakon hlađenja i završene sedimentacije pojedinih proba, merena je:

- vrednost pH svake probe,
- suva materija i apsorbanacija dekantata na 530 nm u kiveti debljine 10 mm,
- suva materija i apsorbanacija dekantata, filtriranog kroz membran filter od 0,45 µm, na 530 nm u kiveti debljine 10mm.

Za svaku probu određena je vrednost mutnoće, izražena u internacionalnim jedinicama (IJ), na sledeći način:

$$\text{Mutnoća (IJ}_{530}) = \left(\frac{10^5 \times A_1}{SM_1 \times \rho_1 \times l} \right) - \left(\frac{10^5 \times A_2}{SM_2 \times \rho_2 \times l} \right)$$

A₁ - apsorbanacija dekantata

A₂ - apsorbanacija dekantata filtriranog kroz membran filter od 0,45 µm

SM₁ - sadržaj suve materije dekantata, određen refraktometrijski (%)

SM₂ - sadržaj suve materije filtrata, određen refraktometrijski (%)

$\rho_{1,2}$ - gustina dekantata i filtrata (g/cm³)

l - debljina kivete (cm)

Vrednost pH probe na kojoj je minimalna mutnoća soka predstavlja optimalnu tačku koagulacije koloida soka prve karbonatacije.

Rezultati i diskusija

U pregledu rezultata prikazani su tabelarno i dijagramski rezultati ispitivanja ovog metoda, primenjenog na repi različitog kvaliteta.

Tehnološki kvalitet šećerne repe prikazan je u tabeli 2, dok su karakteristike presovanog soka date u tabeli 3.

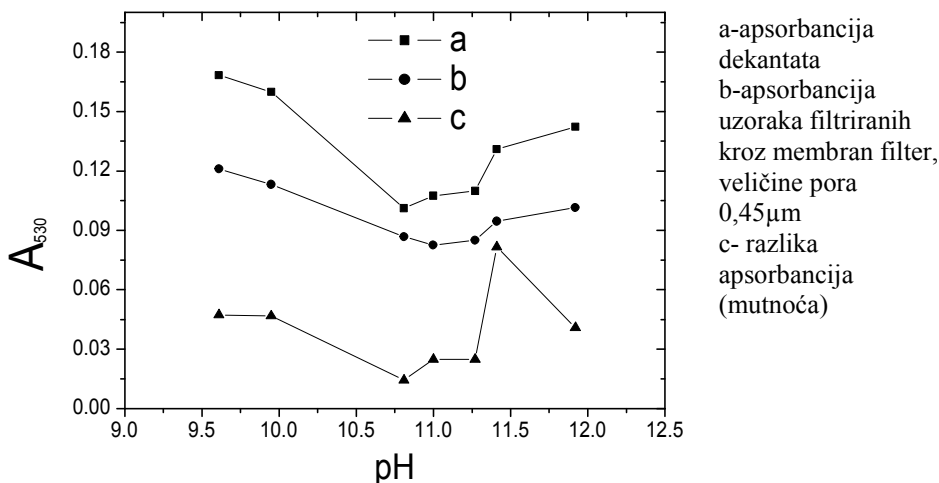
Tabela 2 – Tehnološki kvalitet šećerne repe

Oznaka uzorka	Sadržaj šećera %	Kalijum	Natrijum	α - amino azot
		mmol/100g		
1	-	-	-	-
2	13,00	3,70	2,61	2,25
3	13,85	3,27	2,53	2,61
4	15,65	4,65	1,06	2,06
5	17,35	4,58	0,64	1,96

Tabela 3 – Kvalitet presovanog soka

Oznaka uzorka	Suva materija %	Sadržaj šećera %	Kvocijent čistoće %	pH	Invertni šećer	Pepeo, kondukt.
					%	
1	19,50	16,95	86,92	6,45	-	-
2	16,70	14,00	83,83	5,55	0,517	0,471
3	18,00	15,05	83,61	6,25	0,492	0,409
4	20,25	17,30	85,43	6,17	0,654	0,491
5	21,50	18,85	87,67	6,40	0,402	0,503

Na slici 2 je prikazana optimalna tačka koagulacije, odnosno vrednost pH na kojoj je minimalna mutnoća ispitivanog uzorka.



Slika 2 - Određivanje tačke optimalne koagulacije koloida merenjem apsorbcije soka prve karbonatacije

Razlike kod određivanja vrednosti pH optimalne tačke koagulacije potiču od različitih analitičkih metoda koje su koristili istraživači, kao i od sastava soka, odnosno od prirodnog alkaliteta i pufernog kapaciteta soka.

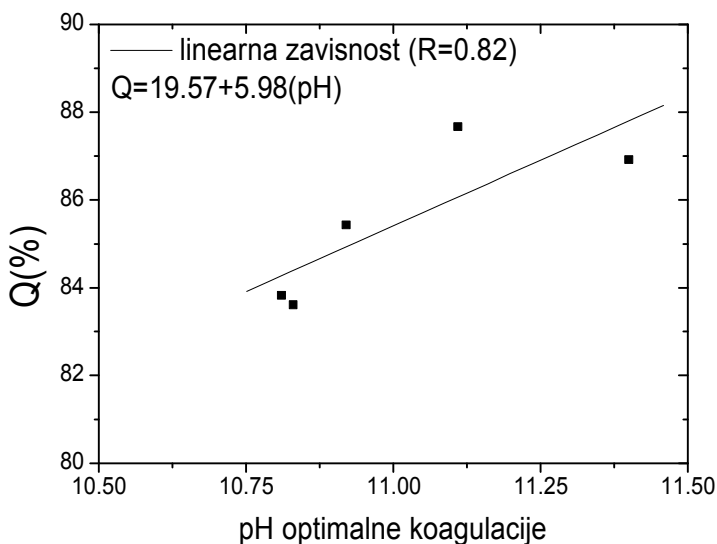
Dedek i Vašatko su pokazali da se optimalna koagulacija pomera ka višim vrednostima pH kada je prirodan alkalitet soka šećerne repe visok. Porastom prirodne alkalnosti soka smanjuje se količina koaguliranih belančevina na koagulacionom optimumu iz razloga što alkalni hidroksidi povećavaju peptizaciju kiselih komponenata. Stoga porastom količine oslobodjenih alkalnih hidroksida na predalkalizaciji treba povećati količinu dodatog CaO da bi se postigao koagulacioni optimum [9].

Reinefeld i saradnici [5] su, takođe, dokazali da se optimalna tačka, s obzirom na koagulaciju i boju soka, pomera ka višem alkalitetu, kada se povećava prirodni alkalitet. Pomenuti autori su utvrdili pomeranje pektin-protein-koagulacije ka nižim vrednostima pH dodatkom magnezijum jona i ka višim vrednostima pH dodatkom oksalatnog jona.

U procesu prerade skladištene, mrazom oštećene repe, sokovi sadrže jedinjenja koja redukuju alkalitet (mlečna, sirćetna ili propionska kiselina). Kod ovakve repe, optimalna tačka koagulacije se pomera ka nižim vrednostima pH, kriva koagulacije postaje razvučena, a optimalna tačka nejasna.

Rezultati naših ispitivanja prerade repe različitog kvaliteta, pokazuju da se optimalna tačka koagulacije koloida soka prve karbonatacije pomera ka nižim vrednostima pH kod alterirane repe.

Na slici 3 se vidi da je kvocijent čistoće presovanog soka repe u korelaciji sa vrednosti pH optimalne koagulacije koloida.



Slika 3- Promene tačke optimalne koagulacije koloida soka prve saturacije u zavisnosti od kvaliteta presovanog soka šećerne repe

Zaključak

Na osnovu rezultata ispitivanja metoda za određivanje optimalne tačke koagulacije koloida mogu se izvesti sledeći zaključci:

- Metod za određivanje optimalne tačke koagulacije koloida može se primeniti na fazu prve karbonatacije.
- Optimalna koagulacija koloida zavisi od sastava nešećera repe, odnosno od prirodnog alkaliteta i pufernog kapaciteta soka repe.

- Porastom prirodnog alkaliteta soka optimalna tačka koagulacije koloida pomera se ka višim vrednostima pH.
- Organske kiseline koje nastaju mikrobiološkom razgradnjom saharoze u toku skladištenja repe i ekstrakcije utiču na pomeranje pH optimuma koagulacije ka nižim vrednostima kao i na smanjenje preciznosti određivanja.

Literatura

- [1] K. Šereš, J. Grbić, I. Homolja, R. Heinrich, E. Rudič, V. Čudić: Hemijska industrija, Industrija šećera, 50,1-2 (1996) 7-17.
- [2] K. Šereš, J. Grbić, I. Homolja, R. Heinrich, E. Rudič, T. Bata: Hemijska industrija, Industrija šećera, 51, 3-4 (1997) 57-69.
- [3] N. Dokmanović, Hemijska industrija, Industrija šećera, 51,1-2 (1997) 23-32.
- [4] Z. Zavargo, J. Grbić, R. Jevtić-Mučibabić, N. Dokmanović, M. Medojević: Simpozijum, Industrijska energetika 2004, Lepenski Vir, 28.09 -02.10.2004.
- [5] E. Reinefeld, F. Schneider, K. Thielecke, R.D. Hoffman: Zuckerind. 195 (1980) 139-148.
- [6] K. Buchholz, D. Schliephake: Zuckerind. 39 (1989) 275-290.
- [7] M. Milić, V. Karadžić, S. Obradović, J. Đura, J. Grbić, D. Kabić, I. Došenović i sar.: Metode za laboratorijsku kontrolu procesa proizvodnje fabrika šećera, Tehnološki fakultet, Zavod za tehnologiju šećera, Novi Sad, 1992.
- [8] W. Kraus, T. Stark, M.A. Rad, W. Mauch: Zuckerind. 122 (1997) 91-99.
- [9] S.K. Šušić, E. M. Guralj: Osnovi tehnologije šećera, Naučna knjiga, Beograd, 1965, 218-234

Summary

OPTIMUM pH VALUE FOR COAGULATION IN THE CARBONATATION OF SUGAR BEET JUICE

Scientific paper

Rada Jevtić-Mučibabić¹, Jasna Grbić¹, A. Jokić², Bojana Prođanić²

¹Institute for food technology, Novi Sad, Serbia

²Faculty of technology, Novi Sad, Serbia

The quality of sugar beet extraction juice is mainly determined by the concentration and composition of the nonsucrose constituents, the quantity and kind of which depend on the technological quality of the sugar beet and the conditions of extraction. The optimum flocculation point of soluble and peptized colloids is the same pH value, that is of great importance for the nonsucrose constituents precipitation. The aim of this paper is to determine the optimum coagulation point of the first carbonatation of sugar beet extraction juice. Basic material for all experiments was beet brei pressed juice of different quality, in the laboratory purification procedures, the optimum coagulation point in the first carbonatation phase was determined by applying the spectrophotometric method for turbidity measurements. The results of laboratory investigations have shown that organic acids, originating from microbial sucrose degradation during processing of deteriorated sugar beet, change the precipitation point to lower pH values and to less precise determination.

Key words: extraction juice, carbonatation, coagulation of colloids, alkalinity