

VINKA LAKTIĆ
M. VUKOVIĆ

**UTICAJ TEHNOLOŠKOG KVALITETA ŠEĆERNE REPE
NA TEHNOLOŠKI PROCES PRERADE REPE, OSVRT NA
NEKE FAKTORE KOJI UTIČU NA TEHNOLOŠKI
KVALITET ŠEĆERNE REPE**

U V O D

Fenomen svjetske prehrambene krize je aktuelna tema današnjice. Ona nas potiče na razmišljanje o mogućnosti proizvodnje što veće količine što jeftinije hrane. U slijedećem izlaganju razmotrit ćemo neke faktore, koji mogu da utiču na ekonomičniju proizvodnju šećera iz repe.

Šećer se proizvodi na njivi, a u tvornici se izdvaja iz sirovine u čistom obliku. Ekonomičnost rada šećerane ocjenjujemo prema iskorištenju bijele robe iz prerađene repe i prema korištenju ugrađenog kapaciteta. Bolje iskorištenje šećera iz repe za samo 0,1% znači za jednu šećeranu srednje veličine kao što je naša u Belju kapaciteta prerade 450 vagona repe na dan ili 40000 vagona repe u jednoj kampanji, veću proizvodnju šećera od 400 t uz iste troškove prerade, što po današnjoj cijeni šećera od 1450 din/kg iznosi cca 6 miliona din. Ako uzmemo u obzir sve šećerane u Jugoslaviji, a sada ih već radi 20, i činjenicu da šećer može biti izvozni artikal, onda se ne mora posebno naglašavati koliku pažnju treba posvetiti svakoj desetinki procenta šećera, koja se može dobiti iz repe.

Optimalno korištenje kapaciteta promatramo s dva aspekta. Godišnji kapacitet prerade znači ukupnu količinu repe prerađene u jednoj kampanji. Kao u svakoj industriji rad ispod optimalnog kapaciteta znači raspodjelu fiksnih troškova na manju količinu proizvedenog šećera, **odnosno skuplju proizvodnju.**

Negativne efekte daje i dnevno smanjenje kapaciteta prerade, ali vezano na troškove prerade. Ovi dnevni troškovi ostaju gotovo isti bez obzira na korištenje dnevnog kapaciteta i u šećerani naše veličine iznose cca 1.600.000 din. Samo energetska gorivo iznosi 75% ovog troška, a u današnjoj energetske krizi možemo očekivati i dalji porast ovog troška.

Kvalitet repe ima bitan uticaj na mogućnost iskorištenja šećera iz repe uz optimalne troškove proizvodnje. Za kvalitet repe presudni su njena tehnološka vrijednost koja je definirana sadržajem saharoze i nešećera K, Na i α-amino dušika, očuvanost repe i sadržaj organskih i anorganskih nečistoća.

VINKA LAKTIĆ, dipl. ing. Rukovodilac kemijsko-analitičke kontrole, RO Tvornica šećera PIK »BELJE«, BELI MANASTIR
MILIVOJ VUKOVIĆ, dipl. ing. Rukovodilac OOUR Proizvodnja šećera, RO Tvornica šećera PIK »BELJE«, BELI MANASTIR

Uticaj nešećera u repi na njene tehnološke osobine dosta je razmatran zadnjih godina u Evropi. najvažni su radovi Reinefelda (1) i Weininger (2). Poznata je činjenica da alkalijske soli povećavaju topivost saharoze, a kako se one ne uklanjaju u toku tehnološkog procesa prerade repe, zaostaje u melasi i izravno utiču na veće gubitke šećera u melasi. Ovisno o kvaliteti repe ovi gubici mogu da budu od 1,7 — 2,5% na repu. α -amino dušik u repi je u koleraciji sa nizom drugih organskih spojeva kao što su amino kiseline amidi, organske baze i dr. Amidi i amonijevе soli se u toku tehnološkog procesa razlažu, dok amino kiseline i betain prolaze kroz proces nepromijenjeni. Još nije razjašnjen mehanizam djelovanja ovih spojeva, ali je činjenica da kad se nađu u melasi utiču na veće gubitke šećera (3). α -amino N je u korelaciji sa kiselinama koje zaostaju u prečišćenom soku repe. Kiseline snižuju pH sokova, a u kiseloj sredini dolazi do raspadanja saharoze na invertni šećer.

Sokovi sa pH nižim od 8,5 su pod uslovima tehnološkog postupka ugušćivanja soka agresivni i izazivaju koroziju uređaja, što može izazvati ozbiljne štete i zastoje u procesu prerade repe.

Ukoliko moramo da prerađujemo repu niskog alkaliteta, tehnolog u šećerani povisuje alkalitet soka dodavanjem alkalijskih soli, no ta mjera ima za posljedicu veće gubitke šećera u melasi.

Reinefeld (1), Kubadinov (4) i Wieninger (2) daju empirijske formule pomoću kojih se može iz analize sadržaja nešećera u repi predvidjeti čistoća i alkalitet sokova, te gubici šećera u melasi.

Početak vađenja repe, dinamika preuzimanja repe i očuvanje kvalitete repe od vađenja do prerade imaju bitan uticaj na tehnološki kvalitet repe za preradu. O problemu skladištenja repe ima mnogo stručnih radova u svijetu i kod nas (5,6). Neispravnim skladištenjem repe gubi se mnogo šećera, a ukoliko dođe do oštećenja repe trulenjem ili smrzavanjem, dolazi do razgradnje organskih spojeva repe i nisko molekularne spojeve, koji u toku tehnološkog procesa prerade čine cijeli niz problema.

Pokazatelji oštećenosti repe mogu biti kvocijent difuznog soka i sadržaj invertnog šećera u repi.

Difuzni sok je sirovi sok koji se dobije ekstrakcijom šećera iz repe.

Kvocijent difuznog soka pokazuje procentualni udio šećera u ukupnoj suhoj tvari u soku. Niži kvocijent znači veći sadržaj nešećera. Normalne vrijednosti za zrelu repu su 87 — 89.

Invertni šećer nastaje razgradnjom saharoze i vrijednosti iznad 0,8% na 100 °Bx ukazuju na oštećenost repe. On se u toku tehnološkog procesa na stanici za čišćenje soka razgrađuje i daje obojene spojeve. Ovi obojeni spojevi ostaju u soku i u procesu kristalizacije saharoze uključuje se u kristale šećera. Dobijeni šećer je žut i nepodesan za upotrebu, te se mora otapati i prekrystalizirati. Ovakav postupak zahtijeva dodatan utrošak energije, dulje zadržavanje šećera u proizvodnji što direktno smanjuje kapacitet prerade.

Oštećena repa i u toku vodenog transporta i pranja gubi šećer koji se ekstrahira iz oštećenih ćelija (7). Normalno se ovi gubici kreću od 0,01 do 0,05% na težinu repe, no mogu biti znatno viši tj. od 0,08 do 0,25% na repu ovisno o oštećenosti repe. Kod promrzle repe ovi gubici mogu biti i preko 1% na repu. Uvela repa gubi plavljenjem manje šećera nego svježja repa.

METODA RADA

U ovom materijalu želimo da prikazemo rezultate naših mjerenja iz kojih se može uočiti koliki je uticaj kvalitete repe na tehnološki postupak dobijanja šećera. Također ukazujemo i na neke faktore koji utiču na kvalitet repe. Svi analitički podaci i vrijednosti, koje iznosimo u ovom radu su dobijeni u okviru redovne kontrole rada šećerane.

Preuzeta repa se analizira u automatskom laboratoriju firme »Venema«, a sve ostale kemijske analize izvršene su u pogonskom laboratoriju šećerane prema propisima datim u priručniku »Metode za laboratorijsku kontrolu rada fabrike šećera« Zavod za tehnologiju šećera — Novi Sad, Tehnološki fakultet, 1978. g.

REZULTATI I DISKUSIJE

U toku zadnjih 7 godina praćen je sadržaj nešećera u repi koja direktno ide na preradu. Iz sadržaja nešećera K, NA i α -amino N izračunato je pomoću empirijskih formula alkalitet i čistoća sokova te gubitak šećera u melasi. Korištene su slijedeće formule:

— Alkalni kvocijent prema Wieningeru i Kubadinovu

$$\frac{K + Na}{\alpha - N}$$

nešećeri izraženi u meq/100 °S u repi

— Kvocijent gustog soka prema Wieningeru i Kubadinovu

$$99,36 - 0,1427 (K + Na + \alpha - N)$$

nešećeri izraženi u meq/100 °S u repi

— Šećer u melasi u % na repu prema Reinefeldu

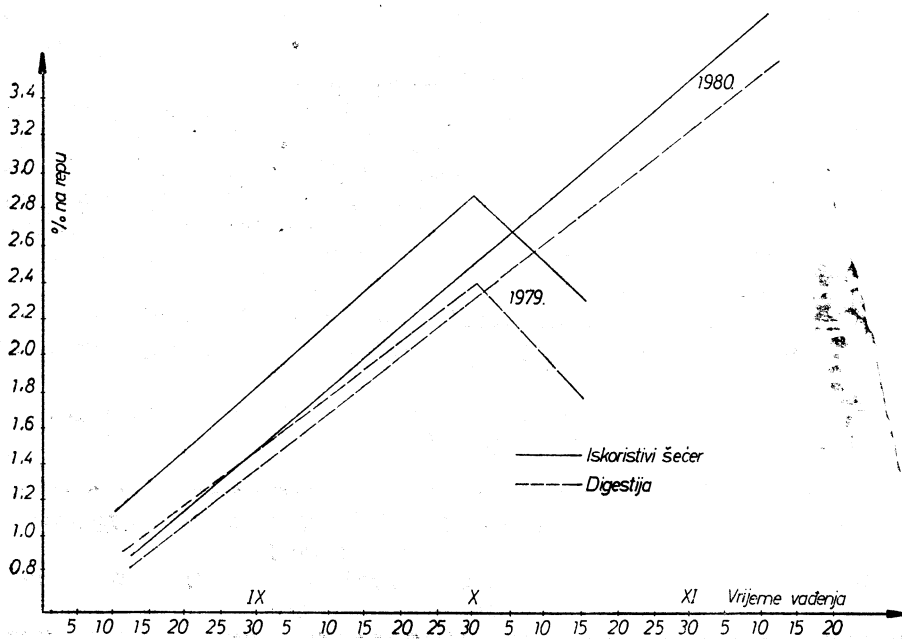
$$0,343 (K + Na) + 0,094 \alpha - N - 0,31$$

nešećeri izraženi u meq/100 °g repe.

Usporedni pregled tehnoloških rezultata u preradi prema teoretski predviđenim podacima iz analize repe vidimo na tabeli 1. Izračunate vrijednosti se dobro podudaraju sa vrijednostima postignutim u preradi. Nešto veći gubici šećera u melasi su posljedica zastarjelih uređaja u tvornici.

GRAFIKON 1

PORAST DIGESTIJE I ISKORISTIVOG ŠEĆERA
U REPI U TOKU SAZRIJEVANJA



Alka'ni kvocijent je stalno iznad granične vrijednosti od 1,8 te nismo imali pojavu korozije, no i visok alkalni kvocijent kakav imamo 1978. g. nije poželjan, jer to znači visok pH sirupa, takvi sirupi su viskozni i sporije se uparavaju.

Kvocijent gustog soka se u svim godinama vrlo dobro podudara.

Značajan uticaj na kvalitet repe ima početak vađenja šećerne repe tj. njena tehnološka zrelost. U toku posljednje dvije godine usporedili smo podatke pretkampanjskih analiza repe urađenih 20. VIII sa podacima dobijenih za repu s istih površina u času vađenja.

Na grafikonu 1 dat je grafički prikaz porasta digestije, odnosno iskoristivog šećera u repi u odnosu na pretkampanjske analize, a u ovisnosti od vremena vađenja.

Porast iskoristivog šećera u odnosu na vrijeme vađenja je u obje godine linearan. Porast iskoristivog šećera je brži od porasta digestije, jer sazrijevanjem u repi opada sadržaj nešećera, pa je time omogućeno bolje iskorištenje prisutnog šećera.

Na grafikonu 2 prikazani su i prinosi repe u ovisnosti o vremenu vađenja. Evidentno je da i prinos i digestija rastu sve negdje do početka novembra. Pad prinosa u periodu iza 15. XI je posljedica otežanih uvjeta vađenja repe. U to doba godine redovno počinju jače oborine i pod tim uvjetima vađenja zaostaje dosta repe u njivi.

Danas kada smo izgradili nove kapacitete u industriji šećera, kampanje prerade repe neće trajati duže od 80 dana, a slijedećih par godina dok se ne osiguraju dovoljne količine repe možemo očekivati kampanje od 70 dana rada. To daje mogućnost da se repa ubere i preradi u optimalnom roku. Ovogodišnje neugodno iskustvo sa vađenjem repe pod izuzetno nepovoljnim prilikama sigurno će uticati na težnju što ranijeg vađenja repe. No trebalo bi razmisliti o slijedećem:

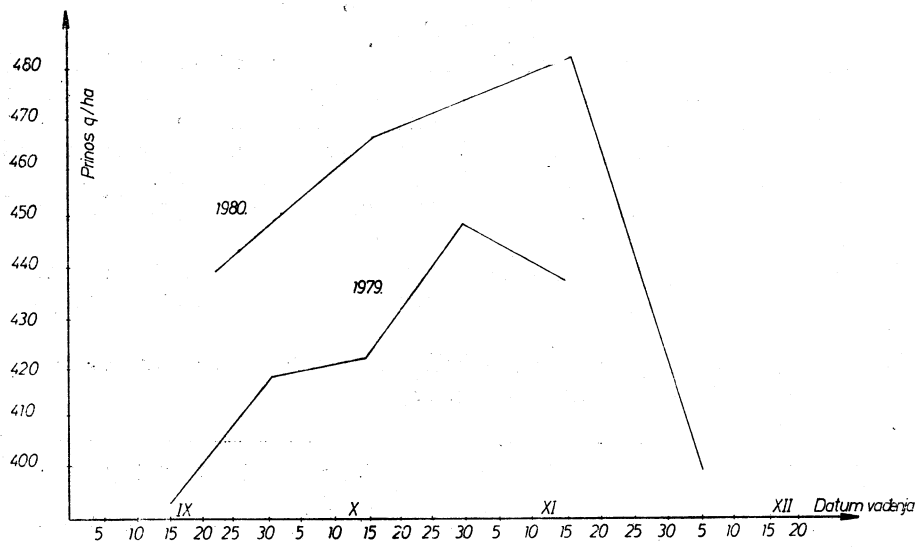
Deset dana kasniji početak vađenja repe u septembru znači za šećeranu našeg kapaciteta proizvesti na njivi 120 vagona više iskoristivog šećera. Kas-

Tabela 1 — Usporedni pregled tehnoloških rezultata iz pogona prema teoretskim podacima iz analize repe

Godina	K	Na	α -N	alkalni Q	šećer u masi		Q gustog soka	
					% na repu	Q	izrač.	ostvaren
	meq/100 OS			izračunat	izrač.	ostvaren	izrač.	ostvaren
74.	31,5	10,1	23,5	1,77	2,00	2,16	90,14	90,9
75.	34,3	11,9	31,3	2,17	2,26	2,23	89,7	90,6
76.	32,9	6,2	20,2	1,94	2,07	2,29	90,7	91,4
77.	26,1	5,8	16,1	1,99	1,96	2,02	92,5	92,3
78.	29,3	5,7	14,2	2,47	1,90	2,02	92,3	92,1
79.	31,6	6,6	18,8	2,03	2,08	2,14	91,24	91,20
80.	29,9	7,6	17,2	2,17	2,01	2,16	91,54	91,5

GRAFIKON 2

PRINOS REPE OVISNO O VREMENU VAĐENJA



niji početak vađenja znači nešto više uskladištene repe, no ukoliko se uskladišti na optimalni način i ne izazovemo abnormalne gubitke šećera, možemo da računamo na veću proizvodnju šećera od 80 vagona.

Od posebne važnosti za očuvanje kvalitete repe je dinamika vađenja i preuzimanja repe.

Na tabeli 2 su dati gubici u repi na tabli, kada stoji u traci na visokim dnevnim temperaturama. Na tabeli 3 dati su podaci za trajna skladišta koja se formiraju iza 20. X kada se mogu zadovoljiti uvjeti skladištenja. Kod skladištenja repe raste sadržaj nešećera, tako da osim gubitaka šećera imamo i manju mogućnost iskorištenja prisutnog šećera.

Tabela 2 — Gubici šećera u izvađenoj repi u trakama na polju u 1975. g.

Dan analize	broj anali-za	težina uzor-ka kg	dige- stija	meq/100 °S			šećer u iskori- melasi štenje	
				-N	Na	K	% na repu	% na repu
25. 9. 75.	5	80	15,02	22,3	12,9	28,6	2,17	12,35
2. 10. 75.	6	63	15,73	24,3	12,9	30,4	2,37	12,86

Izračunavanje gubitaka šećera

Početak	80	12,35	9,88
Nakon 8 dana	63	12,86	8,10
GUBITAK ŠEĆERA			1,78 kg ili 2,22 % na repu

Ovdje bismo upozorili u prvom redu na vrlo velike gubitke šećera, kada repu ostavljamo u trakama. Pad digestije nije uočljiv jer repa gubi mnogo vlage, no stvaran gubitak šećera može biti preko 2% na repu. Isto tako bi upozorili na relativno bolje čuvanje repe na RO ratarstva »Belje« gdje se nastojalo zadovoljiti optimalne uvjete skladištenja. Na otkupnim stanicama gdje je repu dovozio individualni proizvođač, repa nije uvijek svjež, dovozi se nekontinuirano i prođe i više dana dok se formiraju prizme, te su gubici šećera znatno veći.

Čuvanju i skladištenju repe kod naših proizvođača zadnjih godina obraća se više pažnje, no cilj je da se primjene optimalna rješenja i svedu gubici šećera na vrijednosti koje se spominju u literaturi od 80 do 250 g šećera po toni repe na dan.

Sadržaj inverta kao mjerilo oštećenosti repe za 1976, 1978. i 1980. godinu dat je na grafikonu 3, a usporedo i boja rijetkog soka. Sadržaj inverta je iz godine u godinu sve niži, jer sve bolje organiziramo dinamiku vađenja i prerade repe. Evidentan je uticaj inverta na boju soka, posebno kod vrijednosti za invert iznad 1%/100 °Bx. Poteškoće u proizvodnji bijelog šećera uz radne uvjete naše šećerane počinju kod boje soka iznad 400 ICE.

GRAFIKON 3

SADRŽAJ INVERTNOG ŠEĆERA U REPI I NJEGOV UTICAJ
NA BOJU RIJETKOG SOKA

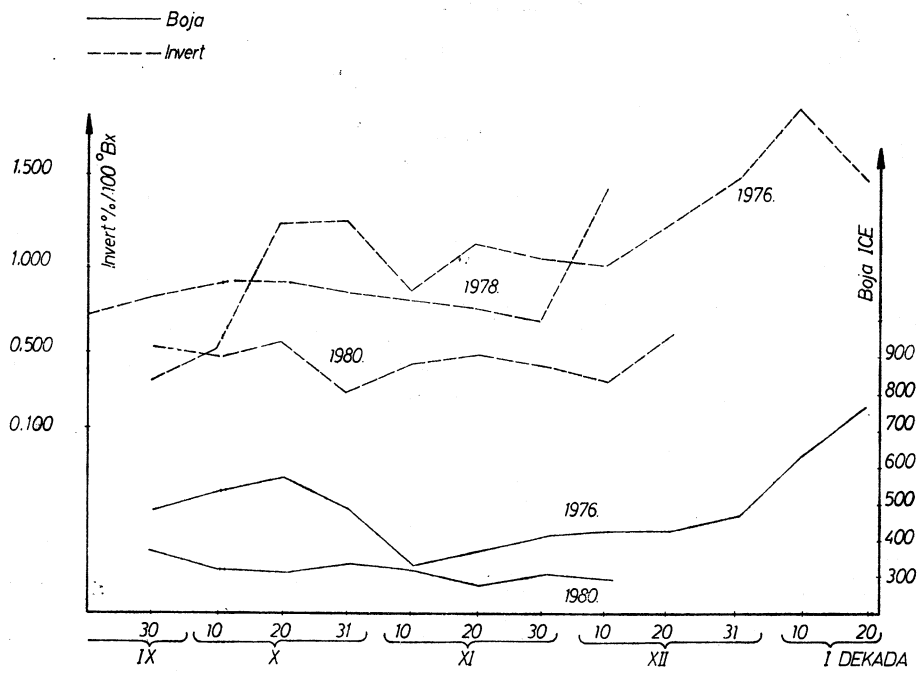


Tabela 3 — Pad kvalitete repe za vrijeme skladištenja

RO RATARSTVA PIK »Belje«

Godina	dani čuvanja	pad dig. %	gub. šeć. g/t dan	Porast nešećera meq/100 °S			pad is- korištenja % na repu
				α — N	K	Na	
1976.							
	34	1,16	554	+3,10	+0,63	—0,29	1,02
	48	1,16	338	+4,75	+0,58	—0,74	1,01
	63	1,32	297	+3,67	+1,78	—0,54	1,26
PROSJEK							
	47	1,20	363	+3,89	+0,89	—0,57	1,06
OTKUPNE STANICE							
1976	51	1,80		+5,29	+4,74	+1,23	1,93
1977.	34	1,64		+2,80	+1,10	+1,20	1,82

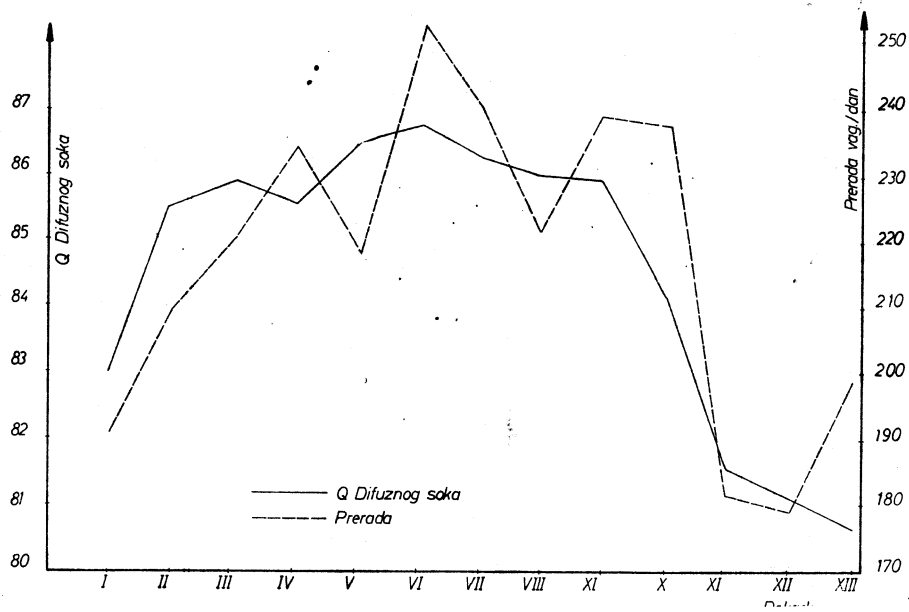
Oštećena repa ma velike gubitke šećera u toku vodenog transporta. Na tabeli 4 dajemo gubitke šećera u toku plavljenja u usporedbi sa sadržajem invertnog šećera. Boljim čuvanjem repe ovi gubici iz godine u godinu opadaju te su 1979. i 1980. godine zanemarivi.

Tabela 4 — Gubici šećera plavljenjem repe od 1975. do 1978. god.

DEKADA	1975.		1976.		1978.	
	gub. šećera % na repu	invert %/100 Bx	gub. šećera % na repu	invert %/100 Bx	gub. šećera % na repu	invert %/100 Bx
9 — 20. 09.	0,40	1,84	—	—	0,364	0,761
21 — 30. 09.	0,40	1,39	0,11	0,56	—	0,857
1 — 10. 10.	0,14	1,84	0,12	0,82	0,584	0,920
11 — 20. 10.	0,31	1,63	0,13	0,93	—	0,939
21 — 30. 10.	0,37	0,88	0,17	1,10	0,0048	0,865
1 — 10. 11.	0,40	0,98	0,23	1,14	—	0,858
11 — 20. 11.	0,18	1,14	0,23	1,09	0,124	0,764
21 — 30. 11.	0,36	1,34	0,20	1,13	0,128	0,703
1 — 10. 12.	0,33	2,21	0,18	1,06	0,0030	1,442
11 — 20. 12.	0,52	2,46	0,37	1,15		
21 — 30. 12.	0,30	3,45	0,31	1,46		
1 — 10. 01.	0,41	3,36	0,27	1,63		
11 — 20. 01.	0,41	4,07	0,36	1,48		
Prosjeak	0,35	2,04	0,22	1,129	0,130	0,876

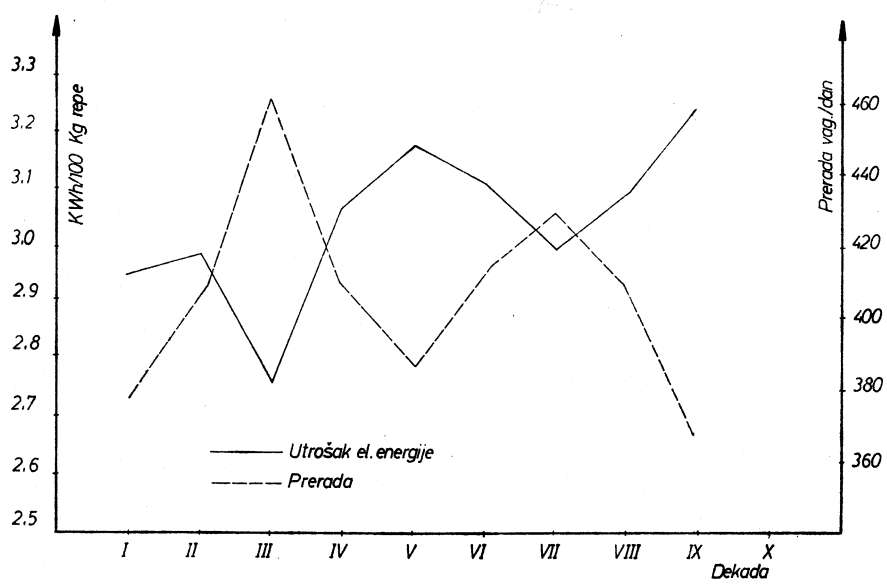
GRAFIKON 4

KAPACITET PRERADE U ODNOSU NA KVALITET
REPE ODNOSNO Q DIFUZNOG SOKA U 1975g



GRAFIKON 5

UTROŠAK ELEKTRIČNE ENERGIJE kWh/100 kg. REPE U
OVISNOSTI OD KAPACITETA PRERADE
KAMPANJA 1978./79.



Očuvanost repe utiče i na održavanje kapaciteta prerade. Na grafikonu 4 usporedo je prikazano kretanje kvocijenta difuznog soka i kapaciteta prerade po dekadama za 1975. godinu kada smo imali ozbiljne probleme s kvalitetom repe, a to se odrazilo i na kapacitet prerade.

Na grafikonu 5 dajemo pregled prosječnog troška električne energije na 100 kg repe po dekadama u usporedbi sa kapacitetom prerade. Možemo računati da povećanje kapaciteta za 1% znači smanjenje utroška energije za 0,7%. Iz svih navedenih podataka možemo zaključiti slijedeće:

Tehnološki kvalitet repe značajno utiče na mogućnost iskorištenja šećera iz repe i održanje kapaciteta prerade, što znači i na ekonomske efekte u tehnološkom procesu proizvodnje šećera. Na kvalitet repe utiče proizvođač repe kroz uzgoj repe, izborom optimalnog roka vađenja repe, usklađenom dinamikom vađenja prema kapacitetu prerade, te ispunjenjem uvjeta za uspješno skladištenje repe.

Udruživanje proizvođača i prerađivača uz primjenu zajedničkog dohotka i rizika sigurno bi dalo veću i jeftiniju proizvodnju šećera.

L I T E R A T U R A

1. **E. Reinefeld:** Zur voranssage des Melassezucker aus Rüben-Analysen, Zucker 1 (1974)
2. **L. Weiniger:** Beziehungen zwischen Rüben Analysen und tehnologischer Bewwertung von Zuckerrüben. Comptes rendus de le 14-e assemblee generale de le commission internationale technique de sucrerie Brexelles 1971.
3. **S. K. Sušić, E. M. Guralj:** Osnovi tehnologije šećera Naučna knjiga Beograd 1965.
4. **Kubadinov:** Bestimmung des alfa — aminostick stoffes in Zuckerruben und Betriebs-saftten der Zucker fabrikation Comptes rendus de la 14-e assemblee generale de la commission internationale technique de sucrerie, Bruxelles 1971
5. **S. Vajna:** Zuckerruben — Lagerung A. Bartens, Berlin 1962. g.
6. **Jugoslavenski institut za prehrambenu industriju:** »Izučavanje tehnologije od vađenja do prerade sa ciljem očuvanja polarizacionog šećera i tehnološke vrijednosti šećerne repe Novi Sad, 1973. g.
7. **V. Karadžić:** Utvrđivanje gubitaka saharoze u vodi pri istovaru i transportu šećerne repe raznog kvaliteta Izlaganje na I kongresu o proizvodnji ljudske hrane u Jugoslaviji 1975. g. Novi Sad