Analiza prerade šećerne repe u tvornici šećera Viro d.d. od 2009. do 2012. godine

Vučićević, Sanela

Undergraduate thesis / Završni rad

2013

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of agriculture / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:355357

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-28**

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Repository / Repozitorij:

Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek - Repository of the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

zir.nsk.hr

Image not found or type unknown

1. UVOD

Poznato je da je šećerna repa (*Beta vulgaris L.)* industrijska biljka iz porodice *Chenopodiaceae*, te je uz šećernu trsku glavni izvor za proizvodnju šećera, zahvaljujući visokoj koncentraciji saharoze (16-18%) u svome zadebljalom korijenu. Za razliku od šećerne trske koja se uzgaja u područjima tropske i suptropske klime, šećerna repa je kultura kontinentalnih podneblja i za njih predstavlja osnovnu sirovinu za proizvodnju šećera. Vrlo važno je znati da je šećerna repa dvogodišnja biljka koja u prvoj godini proizvodnje stvara zadebljali korijen i rozetu listova, a u drugoj godini cvjetnu stabljiku, cvijet i plod. Vegetacija šećerne repe za proizvodnju šećera traje jednu godinu!

Najveći proivođači šećerne repe u Europi su: Francuska, Njemačka, Ukrajina i Poljska. U Hrvatskoj također imamo značajne površine šećerne repe, oko 27.000 hektara. Prosječan prinos u zadnjih pet godina je od 50 do 55 tona po hektaru čiste repe.

Proizvodnja šećerne repe je ugovorena proizvodnja, a takva proizvodnja ima niz prednosti, neke od prednosti su: siguran otkup i plaćanje, šećerana svojim kooperantima osigurava sve što im je potrebno (sjeme, sijačicu, zaštitna sredstva, tehnologe, kombajne za vađenje...).

Prva tvornica šećera u Republici Hrvatskoj sagrađena je 1840. godine u Čepinu, sagradio ju je veleposjednik Adamović. Ona nije bila od većeg značaja jer je iskorištenje šećera iz repe bilo vrlo slabo, tvornica je poslovala nerentabilno i zbog toga je zatvorena 1848. godine. U Hrvatskoj su još izgrađene tvornice šećera u Belom Manastiru, Osijeku, Županji i Virovitici. Danas u Hrvatskoj postoje tri tvornice šećera: Kandit Premijer Osijek (1905.), Sladorana Županja (1947.) i Viro Virovitica (1980.).

Tvornica šećera Virovitica je najmlađa i najmodernija šećerana u Hrvatskoj. Gradnja je počela 1976. godine i trajala je do 1980., od tada je šećerana nesmetano radila punih deset godina. No, 1990. uvoz velikih količina ilegalnog šećera ugrozili su domaću proizvodnju i drastično smanjili cijenu šećera i tada se po prvi puta tvornica našla pred raspadom i u tako teškoj situaciji tvornica više nije mogla poslovati. Nakon osam godina, dakle 1998. godine tvornicu je kupila tvrtka Novalić iz Osijeka, a nedugo nakon toga preuzela ju je

Nizozemska tvrtka Cosun. Samo godinu dana kasnije nad tvornicom je otvoren stečajni postupak zato što su imali ukupno dugovanje veće od 575 milijuna kuna. I konačno, u lipnju 2002. godine tvornica je izašla iz stečaja i nastavila sa radom, tvrtke EOS-Z iz Zagreba i Robić iz Velike Gorice su zajedničkom ponudom kupili svu imovinu Tvornice šećera Virovitica u stečaju za iznos od samo 110 milijuna kuna. Tada je osnovana tvrtka Viro, društvo sa ograničenom odgovornošću, na koju je prenesena kupljena imovina tvornice. Tvornica šećera Viro Virovitica je započela sa radom 5. rujna 2002. godine

2. TEORIJSKI ASPEKTI

2.1. Šećerna repa

Šećerna repa je industrijska biljka koja se uzgaja za proizvodnju šećera, te je uz šećernu trsku osnovna sirovina za dobivanje šećera. Za dobivanje šećera se koristi njen zadebljali korijen repe bogat šećerom (16-18 % saharoze) koji se dobiva tehnološkim postupkom prerade korijena. Korijen šećerne repe se morfološki dijeli na 4 dijela: glava, vrat, tijelo i rep.

Botanički šećerna repa pripada redu *Caryophyllales*, porodici *Chenopodiaceae*, rodu *Beta* koji čini 15 vrsta. *Beta vulgaris L*. je jedina uzgojena, dok su ostalih 14 samonikle biljke, nemaju gospodarsko značenje i koriste se samo u selekciji.

U procesu prerade šećene repe ostaju sporedni proizvodi koji također imaju veliko gospodarsko značenje. Sporedni proizvodi su: lišće i glave, repini rezanci, melasa i saturacioni mulj (Gadžo i sur., 2011.).

Lišće i glave šećerne repe čine 30-80% od ukupnog prinosa, a upotrebljavaju se za ishranu stoke u tri različita stanja: svježem, siliranom i osušenom. Lišće, bez glave šećerne repe, sadrži oko 15% suhe tvari, od čega 1,5 do 2,5% otpada na bjelančevine.

Repini rezanci se također upotrebljavaju za ishranu stoke u svježem, siliranom i osušenom stanju. Svježi i silirani moraju se odmah koristit jer se veoma teško čuvaju, dok suhi rezanci predstavljaju koncentriranu stočnu hranu pogodnu za transport i duže čuvanje.

Melasa je sporedni proizvod nastao preradom šećerne repe, a predstavlja preostali svijetlo smeđi sirup u tehnološkom procesu prerade koji sadrži i do 50% šećera, 20% organskih nešećernih tvari, 10% minerala i vodu. Sastav i kvaliteta melase ovise o tehnologiji prerade i kvaliteti sirovine. Može se upotrebljavati u ishrani stoke, proizvodnji stočnog i pekarskog kvasca, glicerina, alkohola, limunske kiseline…

Saturacioni mulj predstavlja otpad u procesu primarne prerade korijena, a može se koristiti za popravljanje pH kiselih tala jer sadrži oko 40% kalcijevog karbonata. Zbog velikog sadržaja vode u svom sastavu (50%) nije ga isplativo voziti na velike udaljenosti

od tvornice. Zbog toga se saturacioni mulj žari da se dobije rastresit materijal poznat pod nazivom karbokalk, koji je jednostavan za transport i primjenu (Gadžo i sur., 2011.).

2.2. Morfološke osobine šećerne repe

Šećerna repa je dvogodišnja biljka. U prvoj godini proizvodnje formira zadebljali korijen i rozetu listova, a u drugoj godini proizvodnje reproduktivne organe (cvjetnu stabljiku, cvijet i plod).

Korijen – je vretenast i dobro razvijen, sastoji se od: a) glavnog korijena koji je zadebljao, repast i prodire duboko u zemljište (nazivamo ga repa), prodire u dubinu do 2,5 m i u širinu oko 1 m, i od b) bočnog korijenja, najveća masa bočnog korijenja nalazi se u oraničnom sloju. Zadebljali dio glavnog korijena naziva se repa, a u tehnološkom smislu sastoji se od četiri dijela:

- **glava (epikotil)** predstavlja vršni dio korijena koji nosi lišće i pupove. Ona sadrži najmanju količinu šećera. Njen udio iznosi oko 15 i više % od ukupne mase korijena. Glava je vrlo tvrda i pri vađenju se odsjeca.
- **vrat (hipokotil)** je najdeblji i najširi dio korijena koji nema lišća, pupova, brazdica ni bočnog korijenja. Vrat sadrži više šećera nego glava.
- **tijelo** je dio korijena od mjesta gdje se pojavljuje bočno korijenje do mjesta gdje se korijen stanjuje na oko 1 cm promjera. Ovo je najvažniji dio zbog kojeg se šećerna repa i uzgaja. Na tijelu se nalaze dvije nasuprotne brazdice iz kojih izbija gusto bočno korijenje. U tijelu korijena se nagomilava rezervna tvar – šećer. Dio koji sadrži najveću količinu šećera.
- **rep** je najdonji dio korijena od promjera 1 cm na manje. Rep prelazi u takozvano "vodeno korijenje" i ima zadatak crpljenja vode i mineralnih tvari kada ih nema dovoljno u površinskom sloju. (Gagro, 1998.)

List – šećerna repa je dikotiledona biljka. Pri nicanju iznosi kotiledone na površinu tla, kotiledoni odmah ozelene i fukcioniraju kao pravi listovi. Kotiledoni su izduženi, zadebljali i asimilacijom opskrbljuju biljku hranivima do oblikovanja prvih pravih listova. Nakon 30-40 dana vegetacije kotiledoni se osuše i otpadnu, a tada se već

oblikuju i prvi pravi listovi. Prvi listovi su jednostavne građe, sastoje se iz peteljke i plojke; manji su od listova koji će se kasnije razviti. Peteljka je zadebljala i rebrasta, a na poprečnom presjeku trokutasta. Najkraću peteljku imaju prvi listovi (3-5 cm), nešto dužu jesenji listovi, a najdužu (12-18 cm) srednji listovi. Plojka je ovalnog, nepravilno-srcolikog oblika, po obodu je cijela ili djelomično nazubljena. Površina plojke je glatka, sjajna, bez dlačica, ravna ili valovita. Na plojci je izražena nervatura. Tijekom vegetacije razvijaju se sve veći listovi. Jedna biljka tijekom vegetacije stvori 50-60 listova (Gagro, 1998.).

Stabljika – šećerne repe pojavljuje se u drugoj godini iz pupoljaka u pazuhu lista. Na biljci se može razviti jedna stabljika koja se dalje grana na grane prvog, drugog ili trećeg reda ili se formira nekoliko stabljika (najčešće 5 do 10), što ovisi o kultivaru, težini korijena, odnosno broju pupova na glavi korijena, zatim o tlu, klimatskim uvjetima I agrotehnici. Stabljika je rebrasta, gruba, ispunjena srži, naraste u visinu do 2 m. Postoje tri štetne pojave vezane uz stabljiku šećerne repe: proraslice, prkosnice i fascijacija (Gagro, 1998.).

Cvijet – sjedeći, razvijaju se na glavnoj stabljici i postranim granama, u pazuhu listova i na vrhovima. Cvijet se sastoji od pet lapova koji tvore ocvjeće, pet latica, pet prašnika i jednog tučka. Plodovi nakon oplodnje međusobno mogu srasti jer su cvjetovi blizu jedan drugog. Šećerna repa je u svom izvornom obliku stranooplodna biljka (Gagro, 1998.).

Plod – kod multigermnih tipova šećerne repe plod se naziva klupko. Klupko je složeni višesjemeni plod nastao od više cvjetova. Multigermno klupko nastalo je srašćivanjem nekoliko prostih plodova za vrijeme porasta nakon oplodnje. A kod monogermnih tipova plod je prost orašac. U klupku većeg promjera nalazi se krupnije sjeme, s više rezervnih tvari koje daje snažniji klijanac. Biljka nastala iz krupnijeg sjemena ima brži početni porast što na kraju rezultira većim prinosom (Gadžo i sur., 2011.).

2.3. Kemijski sastav šećerne repe

U tehnološkoj zriobi kemijski sastav korijena šećerne repe varira, što ovisi o sorti, ekološkim faktorima, primjenjenoj agrotehnici i drugome. Korijen šećerne repe uglavnom sadrži 77,5% vode i 22,5% suhe tvari. Suhu tvar čine topiva suha tvar (18%) i neotopiva suha tvar (4,5%). Topivu suhu tvar čine: šećeri (16%) i topivi nešećeri (2%). A topive nešećere dalje možemo podijeliti na nešećere sa dušikom koji čine 1% i nešećere bez dušika koji također čine 1%.

Štetne tvari u korijenu šećerne repe koje određuje šećerana su:

Alfa-amino dušik = neutralne aminokiseline + PCS + glutamine + asparagin

Kalij i natrij – ne mogu se odstraniti u procesu prerade šećerne repe, nego kao i štetni dušik spriječavaju kristalizaciju jednog dijela šećera.

Iskorištenje šećera:

$I = D - \{0,12 \times (K + Na) + (0,24 \times N) + 1,08\}$

Iskorištenje = digestija – {0,12 x (kalij + natrij) + (0,24 x alfa-amino dušik) + 1,08}

I = iskorištenje šećera (kg kristalnog šećera kojeg dobijemo preradom)

D = digestija (sadržaj šećera u korijenu)

N = alfa-amino dušik

2.4. Šećerna trska

Šećerna trska je višegodišnja biljka koja se koristi za dobivanje šećera, uz šećernu repu osnovna je sirovina za dobivanje šećera. Šećerna trska se proizvodi u tropskim krajevima, jako rijetko u umjerenom pojasu, no samo gdje nema mraza. Najveći svjetski proizvođač šećerne trske je Brazil, a iza njega slijede Indija, Kina, Tajland, Meksiko… 70 % proizvodnje šećera u svijetu potječe od šećerne trske, a ostalih 30 % se odnosi na šećernu repu.

Botanički šećerna trska pripada porodici *Poaceae*, podporodici *Panicoideae*, rodu *Saccharum*. Sve vrste šećerne trske koje se koriste u poljoprivredi su križanci i vrlo složeni

hibridi. Glavni proizvod koji se dobiva od šećerne trske je saharoza ili bijeli šećer koji se uglavnom nalazi u stabljici. Osim glavnog proizvoda, šećera, od šećerne trske se dobiva melasa, slatki sirup, rum, alkoholno piće Cachaca, bagasa (otpatci u preradi šećerne trske) i etanol (ili bioetanol).

Izgled šećerne trske – svojim izgledom šećerna trska podsjeća na bambus ili kukuruz. Stabljika čini 75 % cijele biljke, stabljika je puna šećernog soka (sadrži 13-18 % saharoze), njenom preradom dobivamo šećer. Promjer stabljike iznosi oko 5 cm, dok u visinu može narasti i oko 5-6 m.

Proces dobivanja šećera iz šećerne trske – dobivanje šećera iz šećerne trske zaokružen je proces u kojemu se ništa ne baca, a potrošnja energije je minimalna. Šećerna trska dovežena u šećeranu se gnječi između teških metalnih valjaka. Ostatci dobiveni nakon gnječenja šećerne trske nazivaju se baggase, ostavljaju se da se suše kako bi kasnije poslužili kao gorivo za zagrijavanje pri procesu dobivanja šećera ili za dobivanje električne energije u termoelektranama. Nakon gnječenja dobivamo iscjeđeni sok koji dalje obrađujemo, zagrijavamo ga na temperaturi od 60 do 85^{o}C kako bi se pomoću vapnenog mlijeka i plina SO_2 (sumporovog oksida) koji mu se dodaju, odstranili iz soka ostatci bjelančevina, kiselina i ostalih neželjenih tvari. Nakon što odvojimo te neželjene tvari, talog, koji kasnije služi za gorivo, tako prvi se puta sumporirani sok zagrijava u posebnim vakuum aparatima na 102^{o}C kako bi se koncentrirao jer čisti sok sadrži 70 % vode. Nakon toga dobije se tamnosmeđi gusti sok koji se ponovno čisti sumporom kako bi se otklonili posljednji ostatci vapna i drugih nečistoća. Centrifugiranjem takvog soka dobiva se prvi proizvod, šećer I. Sok nakon toga još uvijek sadrži dosta šećera i zato se dalje ukuhava te se iz njega dobije šećer II. Nakon druge kristalizacije preostali sirup naziva se melasa. Iz melase se dalje kristalizacijom ne može dobiti čisti šećer iako ga ona sadržava gotovo 50%. U novije vrijeme pronađen je način kako dobiti obojene šećere iz melase, koji su obrađeni bez aditiva. Te dvije vrste šećera koje se najčešće prodaju su svijetlo smeđi i tamno smeđi šećer. Svijetlo smeđi šećer sadži oko 3,5 % melase i nježnijeg je okusa i mirisa, a tamno smeđi gotovo duplo više, oko 6,5 % i intenzivnijeg je okusa i mirisa. Bitno je znati da su sve vrste smeđeg šećera dobivene iz šećerne trske. Naime, melasa dobivena iz trske, za razliku od melase iz repe, prihvatljivog je okusa i mirisa za ljude., dok melasa dobivena iz šećerne repe to nije.

3. POSTROJENJE, MATERIJAL I METODE RADA

3.1. Postrojenje

Eksperimentalni dio rada obavljen je u ” Viro tvornici šećera d.d. “ u Virovitici, (Slika 1.)



Slika 1. Skladište “Viro tvornice šećera d.d.” u Virovitici (Izvor: Sanela Vučićević)

“ Viro tvornica šećera d.d. “ Virovitica u svom sastavu posjeduje laboratorij gdje se svakodnevno vrše analize ulaznih sirovina (šećerne repe ili šećerne trske) za dobivanje šećera, te isto tako i kontrola gotovih proizvoda koji se stavljaju dalje na tržište i u izvoz. Učestalo praćenje kvalitete ulaznih i izlaznih sirovina garantira proizvode ujednačene kvalitete.

Skladište tvornice ima kapacitet od oko 12000 tona šećera, što naravno ovisi o količini pakiranog šećera. Naime, jumbo (big-bags) vreće od 1000 ili 1200 kg zauzimaju puno

prostora, dok šećer pakiran u vrećice od 1 kg zauzimaju manji prostor, te se palete s tako pakiranim šećerom lako slažu jednu na drugu.

Tvornica posjeduje i silos kapaciteta od oko 35 000 tona. U silos se može smjestiti šećer u rinfuzi, dobiven iz šećerne repe ili iz šećerne trske. U vremenu dok Hrvatska nije bila članica EU, strogo se vodilo računa prilikom skladištenja šećera, kako ne bi došlo do miješanja sirovine. Do tada je šećer iz šećerne trske bio namijenjen samo za domaće tržište a izvoz je bio strogo zabranjen. S ulaskom Hrvatske u EU, tržište zemalja članica nam je postalo domaće, te je dopušten i izvoz šećera iz šećerne trske.



Slika 2. Silos "Viro tvornice šećera d.d." u Virovitici (Izvor: Sanela Vučićević)

3.2. Materijal

Za materijal smo isključivo koristili dvije osnovne sirovine za proizvodnju šećera, a to su šećerna repa i šećerna trska. Šećerna repa porijeklom je s našeg proizvodnog područja, a šećerna trska je porijeklom iz Brazila.

3.3. Metode rada

U sklopu ispitivanja obavljeno je analiziranje prerade šećera iz šećerne trske i šećera iz šećerne repe, u šećerani Viro d.d. u zadnje četiri godine, od 2009. do 2012. godine. Praćen je dovoz repe u repno dvorište te cjelokupna prerada šećerne repe sve do gotovog proizvoda (čistog kristalnog šećera). Također, uspoređivana je dobivena količina šećera i nusproizvoda tijekom četiri godine, od 2009. do 2012.

3.3.1. Dovoz šećerne repe i vaganje

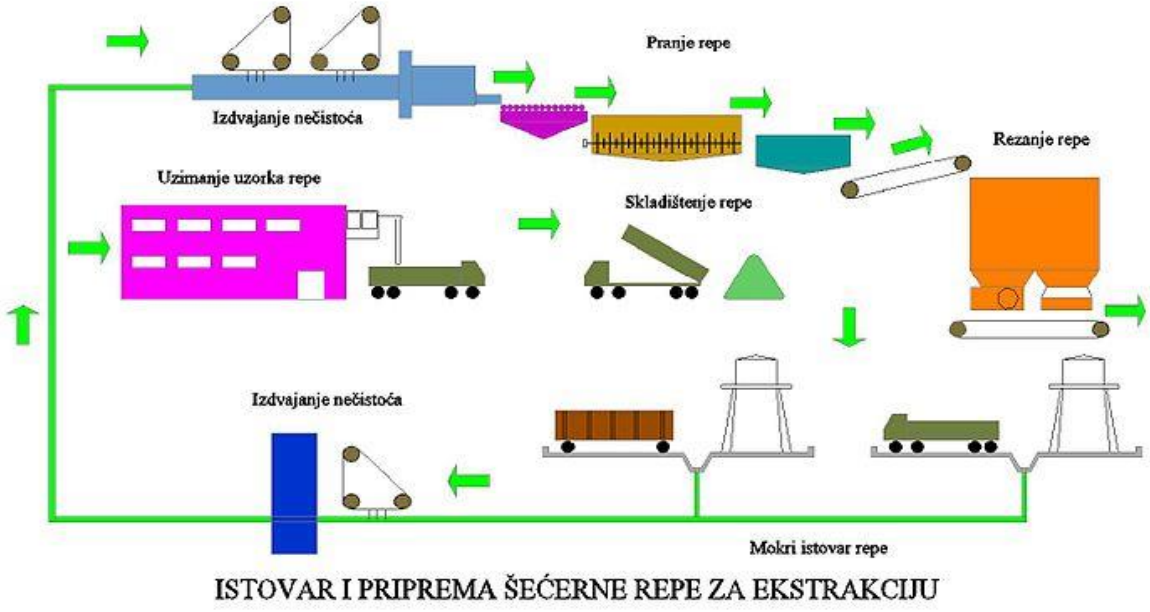
Cjelokupna proizvodnja počinje prijemom šećerne repe u repnom dvorištu. Razlikujemo direktni prijem u tvornicu i prijem preko deponija. Direktni prijem u tvornicu se prakticira većinom kod većih dobavljača, izvađena repa se privremeno deponira na njivi te se tovari u vagone ili kamione i dovozi u tvornicu gdje se vrši prvo vaganje, a zatim sondiranje i laboratorijska analiza, na osnovi čega se vrši obračun vrijednosti repe.

Kod prijema preko deponija repa se nakon vađenja dovozi na deponije koje se nalaze na cijelom sirovinskom području (naravno izvan kruga tvornice). Na deponijima se repa važe, određuje se postotak nečistoća metodom vizualne procjene, radi se količinski obračun repe i obvezno vrši uzimanje uzoraka za digestiju. Uzorci za digestiju koji se nalaze u vrećama, šifrirani bar kodovima, dovoze se svaki drugi dan u repni laboratorij gdje se određuju digestija i količina melasotvornih elemenata (kalija, natrija i alfa-amino dušika). Šećerna repa koja se nalazi na deponijima je repa od više malih proizvođača. Nakon utovara šećerna repa se dovozi u tvornicu, gdje se vrši kontrolno vaganje, sondiranje i laboratorijska analiza, te se svi podaci unose u bazu podataka koja se nalazi na glavnom serveru u tvornici.

Vaganje i laboratorijska analiza uzoraka repe - u repnom laboratoriju određuju se digestija, te količina melasotvornih elemenata (kalija, natrija i dušika), te nečistoća u postocima (%). Uzorci repe za analizu uzimaju se iz svakog vagona, te kamiona i vreća koje su vlasništvo privatnih (malih) proizvođača šećerne repe.

Priprema za preradu - da bi se repa pripremila za preradu nakon vaganja i laboratorijske analize vrši se sljedeće:

- kamionski i vagonski istovar, vodeni transport, odvajanje kamena i trave, pretpranje
- skladištenje na depo za repu, opet odvajanje kamena i trave, pranje repe
- odvajanje korjenčića iz repe, separacija korjenčića - voda i korjenčići šalju se na sita, odakle se korjenčići pužnim transporterima odvode na separaciju gdje se krupnija frakcija odvaja i šalje u bunker za repu
- rezanje repe na rezance noževima krovastog profila koji osiguravaju tehnološki najpovoljnije uvjete za ekstrakciju šećera (Shema 1.)



Shema 1. Prikaz cijelog postupka šećerne repe za ekstrakciju

(Izvor: http://www.secerana.hr)

3.3.2. Istovar šećerne repe

Postoji razlika u istovaru šećerne repe iz kamiona i u istovaru iz vagona. Šećernu repu iz kamiona istovaramo suhim istovarom što znači da se repa istovari na najjednostavniji mogući način, nije potrebno prisustvo vode. Iz vagona repu istovaramo mokrim postupkom, dakle istovar vodom. Kod istovara vodom repa se sipa u betonske kanale ispunjene vodom, ispire se i doprema u tvornicu.

3.3.3. Čišćenje, pranje i rezanje repe

Prije same prerade repu je potrebno osloboditi od primjesa (trava, pijesak, kamenčići). Čistoća repe vrlo je bitan čimbenik koji utječe na rad rezalice i kvalitetu repinih rezanaca, te daljnju preradu. Repa istovarena iz kamiona na pretovarnoj rampi prelazi preko uređaja konstruiranog za odvajanje svih nečistoća, korijenčića, trave, zemlje i sl.

Nakon čišćenja repa je spremna za pranje. Nečistoće koje plivaju u vodi odstranjuju se grabljama koje su uronjene u vodu i kreću se suprotno od smjera kretanja smjese vode i repe. Smjesa vode i repe se iz središnjeg kanala pomoću repinih crpki diže više, u gornji kanal gdje je ugrađen hvatač kamena i metala, te još dva hvatača trave. Nakon toga smjesa se uvodi u pralicu gdje se pomoću rotirajućih valjaka odvaja voda, korijenčići i dijelovi repe koji se peru mlaznicama. Nakon pranja repa odlazi u spremnik pomoću transportera i spremna je za rezanje.

Pravilan rad rezalica šećerne repe jedan je od važnijih čimbenika za dobru proizvodnju. Šećerna repa se reže na šest rezalica, četiri stolne i dvije bubnjaste, u rezance koji omogućuju tehnološki najpovoljnije uvjete za ekstrakciju šećera. Redovito se mora vršiti izmjena oštećenih noževa ili oštrenje tupih noževa te čišćenje noževa od nakupljene trave i ostalih nečistoća.

3.3.4. Laboratorijske analize

3.3.4.1. Sirovinski laboratorij

U sirovinskom laboratoriju, kao što samo ime već kaže, vrši se analiza sirovine. Analiza i kontrola šećerne repe se vrše neprekidno 24 sata na dan. Ovaj postupak je stalan tijekom cijele kampanje. Uzorke uzimamo automatskom sondom, a daljnji postupak je poluautomatski kojim se dobije krajnji rezultat, postotak nečistoća i repna kaša. Daljnjom analizom repne kaše određuju se digestija, količina kalija, natrija i alfa-amino dušika, koji čini oko 36% ukupnog štetnog dušika u korijenu repe, te iskorištenje šećera.

3.3.4.2. Pogonski laboratorij

U ovom laboratoriju analize se provode također 24 sata na dan i postupak je stalan tijekom cijele kampanje. Vrste uzoraka koje se analiziraju u ovom laboratoriju su sokovi (difuzni, rijetki i gusti sok), rezanac (sirovi repni rezanac, slatki rezanac, izduženi repni rezanac). Postoji i niz parametara koji se određuju, a to su: pH vrijednost, boja u otopini, postotak pepela, postotak saharoze, postotak kisika, postotak sumporovog dioksida, postotak ugljičnog dioksida, postotak ugljičnog monoksida, invertni šećer i ostalo.

3.3.4.3. Mikrobiološki laboratorij

Mikrobiološki pregled je neophodan za uspješno vođenje tehnološkog procesa i dnevno praćenje gotovih proizvoda. Parametri koji se određuju u ovom laboratoriju su: temperatura, Anderson test pH vrijednosti, Resazurin test, formalin test, nitritni test, određivanje broja kvasca i plijesni, određivanje koncentracije mliječne kiseline, ukupan broj aerobnih mezofila, dokazivanje enterobakterija, dokazivanje salmonele, određivanje broja bakterija u melasi.

3.3.4.4. Laboratorij za kontrolu vode

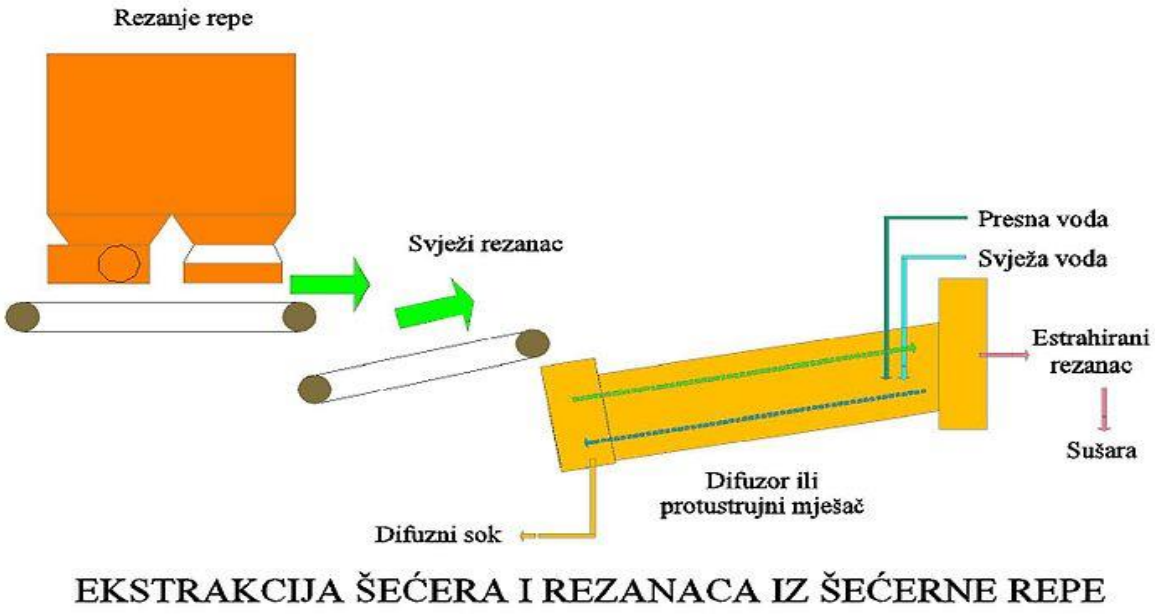
Laboratorij za kontrolu vode u energani služi za kontrolu napojne vode koja se uzima iz rijeke, za kontrolu izlazne vode nakon tehnološke priprave i za kontrolu vode koja se koristi u energani. Parametri koji se određuju u ovom laboratoriju su: ukupna tvrdoća vode, kalcijeva tvrdoća, karbonatna tvrdoća, magnezijeva tvrdoća, pH vrijednost, organske tvari, električna provodljivost.

3.3.5. Ekstrakcija šećera difuzijom iz repnih rezanaca

Osnovni cilj ekstrakcije je što moguće više ekstrahirati najveće količine saharoze iz sirovine. Ekstrakcija rezanaca se odvija pomoću difuznog tornja i difuzora ili protustrujnog mješača. Kod difuznog tornja princip difuzije se ostvaruje tako da se omogući kretanje repnih rezanaca za ekstrakciju u jednom smjeru, a kretanje vode u drugom smjeru. Toranj se puni vodom odozgo prema dolje, a voda se obogaćuje šećerom i kao difuzni sok se odvodi kroz sito na dnu tornja. Rezanac pomiješan sa difuznim sokom dodaje se u donji dio tornja i kreće se prema gore te se na vrhu tornja izvlači u obliku izluženog rezanca. (Shema 2.)

Kod difuzora ili protustrujnog mješača razlikuje se dio sa suprotnim strujanjem, gdje se vrši razmjena topline i hlađenje cirkulacijskog soka, te dio za denaturaciju rezanaca u kojemu se smjesa soka i rezanca mora dobro homogenizirati da bi se mogla lako upumpavati u toranj.

Najpovoljniji tehnološki uvjeti difuzije su: temperatura od 68 ^{o}C do 72^{o}C, pH svježe vode se mora kretati od 5,8 do 6,2 što se postiže zakiseljavanjem sa sumpornom kiselinom, te vrijeme ekstrakcije koje traje oko 60 min. Ekstrahirani sok s 15% suhe tvari i kvocijentom čistoće od 88 do 92 usmjerava se na stanicu čišćenja.

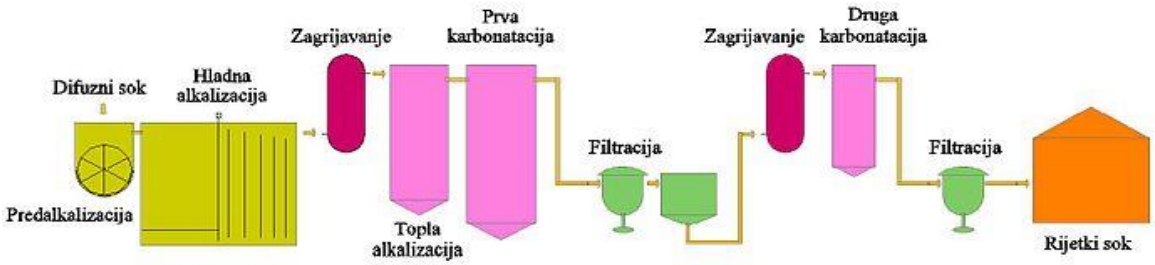


Shema 2. Ekstrakcija šećera i rezanaca iz šećerne repe (Izvor: http://www.secerana.hr)

3.3.6. Čišćenje ekstrakcijskog soka

Faza čišćenja soka obuhvaća sve načine i procese kojima se iz difuznog soka uklanjaju nešećeri. Čišćenje soka provodi se na dva načina: mehaničkim putem, odvajanjem nečistoća na filterima, te kemijskim putem. Za čišćenje difuznog soka koriste se kalcijev hidroksid ili gašeno vapno i ugljični dioksid. Zbog potreba povećanja kapaciteta tvornice šećera Viro d.d. napravljena je rekonstrukcija stanice čišćenja. (Shema 3.)

U najvažnije kvalitativne pokazatelje čišćenja soka ubrajaju se: kvocijent čistoće očišćenog soka, učinak čišćenja, stupanj razlaganja reducirajućih tvari, sadržaj Ca-iona i termostabilnost soka. Za uspješno čišćenje difuznog soka značajni su: temperatura, vrijeme reakcije, količina i raspodjela dodanog vapna u različitim fazama postupka čišćenja, aktivnost Ca-iona, količina soka i ugušćenost mulja, sastav saturacijskog plina, način i kvaliteta filtracije. Sok nakon stanice čišćenja ide na ionske izmjenjivače, sulfitaciju te na stanicu uparavanja soka.

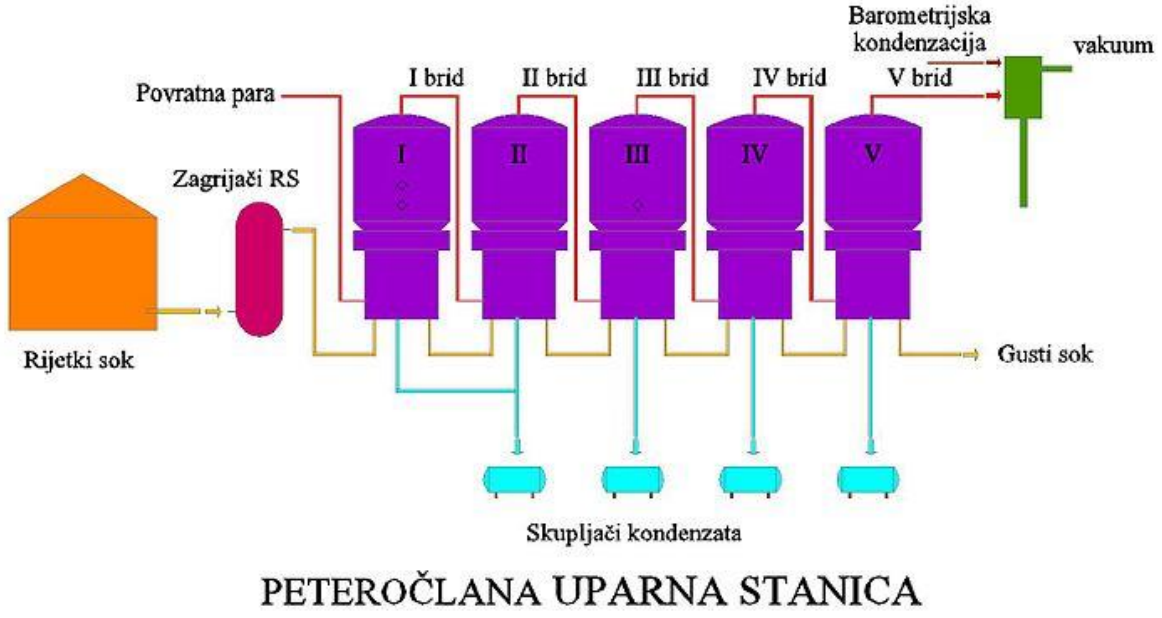


Shema 3. Čišćenje ekstrakcijskog soka (Izvor: http://www.secerana.hr)

3.3.7. Uparavanje rijetkog soka

Sok koji je spreman za uparavanje dovodi se crpkama na peterostupanjsku uparnu stanicu (Shema 4.). Cilj ovog postupka je izdvajanje vode u otparnoj stanici, gdje se rijetki sok (s 15% suhe tvari) koncentrira u sirup, to jest u gusti sok (sa sadržajem suhe tvari od 65%). U ovom postupku ne dolazi do kristalizacije šećera. Rijetki sok se uparava u pet otparnih tijela do 65% suhe tvari, a zadržavanjem soka u otparnim tijelima raste obojenost soka koja je izazvana razlaganjem i karamelizacijom saharoze. Upravo je iz tog razloga uvedena sulfitacija rijetkog soka. Sulfitacija direktno utječe na smanjenje obojenosti gustog soka.

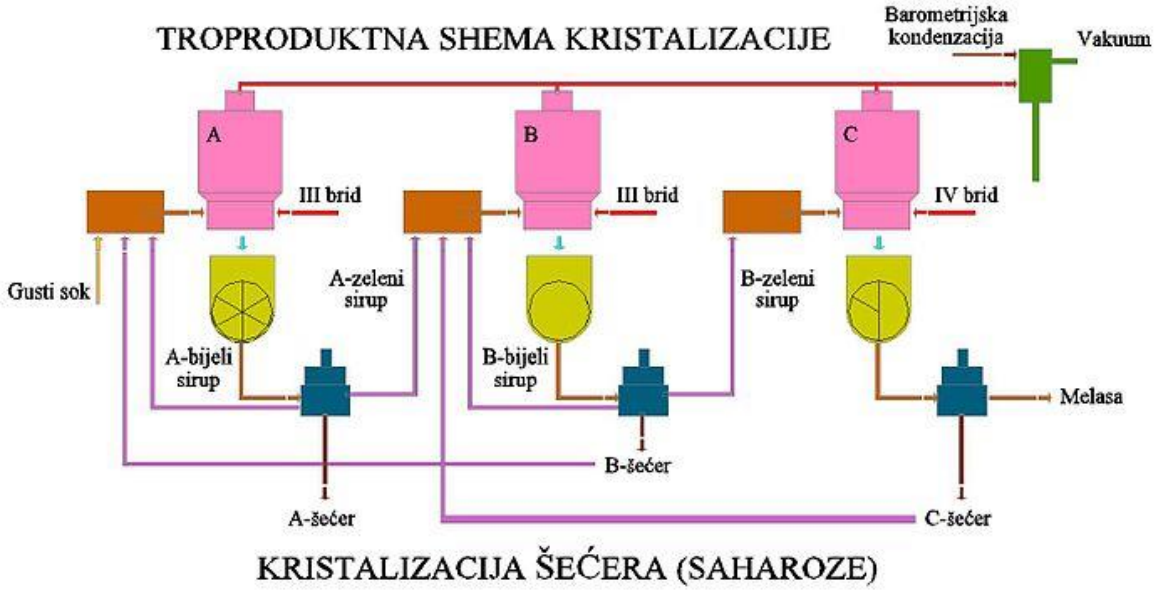
Procesom kristalizacije saharoze iz prezasićenih otopina izdvaja se kristal, a u zasićenoj otopini to jest u matičnom sirupu zaostaju nešećeri. Proces kristalizacije uvijek se vrši pod vakuumom. U tvornici šećera Viro d.d. koristi se takozvana tro-produktna shema kristalizacije, te se pri ovakvom postupku, konzumni kristal izdvaja nakon prve A - kristalizacije, dok je matični sirup nakon treće C - kristalizacije melasa. A šećer izdvojen nakon druge B - kristalizacije otapa se u gustom soku. Dobivena standardna otopina služi za kuhanje A - šećerovine. Šećer izdvojen nakon treće C - kristalizacije se majšuje s odgovarajućim sirupom, te služi za kuhanje B - šećerovine ili se afinira i zajedno s B - šećerom koristi za pripremu standardne otopine i kuhanje A - šećerovine. No princip rada na sva tri stupnja je da se šećerovina nakon kristalizacije ukuhavanjem i hlađenjem odvodi na centrifuge gdje se odvaja šećer od matičnog sirupa. U toku centrifugiranja, dodavanjem vode i pare, s površine kristala odstranjuje se sloj sirupa, a taj postupak se naziva afinacija.



Shema 4. Peteročlana uparna stanica (Izvor: http://www.secerana.hr)

3.3.8. Kristalizacija šećera

Daljnjim uparavanjem gustog soka dolazi do kristalizacije. Kristalizacija se provodi s prekidima u vacuum aparatima (Shema 5.). Ukuhavanjem gustog soka (do koncentracije oko 92% do 93% suhe tvari) dobije se smjesa koja se naziva šećerovina, a to je smjesa šećernih kristala kao čvrste faze i matičnog sirupa kao tekuće faze. Kako bi maksimalno iskoristili šećer iz dobivene šećerovine kuhamo ju u 3 stupnja kristalizacije (A, B i C). Konzumni kristalni šećer se izdvaja odmah nakon prve A - kristalizacije, a kada se dobije matični sirup iz kojeg se više šećer ne može kristalizirati dobije se melasa i to se naziva C – kristalizacija. Postupak kristalizacije obuhvaća sljedeće faze: ugušćivanje, unošenje centara kristalizacije u sirup, rast kristala, produženje kristalizacije šećerovine u hladnjačama, dokuhavanje, stezanje i ispuštanje šećerovine i centifugiranje.



Shema 5. Kristalizacija šećera (Izvor: http://www.secerana.hr)

3.3.9. Dorada kristalnog šećera

Kristal nakon prve A – kristalizacije koji je izdvojen iz matičnog sirupa u centrifugama, sadrži još 0,5% do 1,5% vode te se zato suši u sušari šećera do 0,025% vlage. Osušeni šećer se prosijava, važe i dalje transportira u silos gdje se čuva pod određenim uvjetima temperature i vlažnosti. Iz silosa se šećer transportira u pakirnicu gdje se prosijava i pakira u različita pakiranja (1 kg, 25 kg, 50 kg...). Na transportnom putu šećera kroz pakirnicu postavljeni su magneti koji imaju zadaću ukloniti sve metalne čestice iz šećera. Zapakirani šećer se skladišti u skladištu šećera, odakle se otprema u kamione.



Slika 3. Kristalni šećer smješten na palete, u skladište "Viro tvornice šećera d.d." u Virovitici (Izvor: Sanela Vučićević)

5. REZULTATI I RASPRAVA

Analiza prerade šećerne repe u tvornici šećera Viro d.d. obavljena je na temelju usporedbe četiri proizvodne godine, 2009., 2010., 2011. i 2012. godine. Uspoređene su s obzirom na vremenske prilike tijekom vegetacije šećerne repe (Tablica 1.), ukupne količine prerađene repe, prosječnog prinosa, te prosječne digestije (Tablica 2.).

U Tablici br. 1 prikazane su srednje mjesečne temperature zraka (^{o}C) za Viroviticu, od travnja do listopada, tijekom vegetacije šećerne repe. Prema dinamici porasta i klimatskim uvjetima koji su neophodni u pojedinim fazama, vegetacijsko razdoblje šećerne repe može se podijeliti na tri podrazdoblja, a svako podrazdoblje traje oko 60 dana. Dakako, trajanje svakog razdoblja ovisi o roku sjetve, sorti i ekološkim uvjetima. Prvo podrazdoblje traje od nicanja repe do zatvaranja redova (5 .- 10. lipnja). Za ovo podrazdoblje potrebna je srednja dnevna temperatura zraka od 10,7 ^{o}C. Drugo razdoblje traje od zatvaranja redova do 5. kolovoza i potrebna mu je srednja dnevna temperatura 18,8 ^{o}C. Treće razdoblje, od 5. kolovoza do vađenja šećerne repe, najvažnije je za sazrijevanje repe i akumulaciju šećera. Potrebna je srednja dnevna temperatura 16,5 ^{o}C (Pospišil, 2013.). U Tablici br. 1 može se vidjeti da sve godine, 2009., 2010., 2011. i 2012. zadovoljavaju ove temperature zraka kroz sva tri podrazdoblja. Dakle, nije bilo nekih velikih odstupanja od potrebnih srednje dnevnih temperatura.

Tablica 1. Srednje mjesečne temperature zraka (^{o}C) za Viroviticu

Mjesec	**Potrebe prema Lüdeckeu**	**Višegodišnji prosjek (1981. - 2010.)**	**2009.**	**2010.**	**2011.**	**2012.**
Travanj	-	11,3	14,3	11,7	13,0	12,3
Svibanj	14,2	16,3	17,7	16,3	15,9	16,3
Lipanj	18,0	19,2	18,9	19,8	20,6	21,6
Srpanj	18,5	21,7	21,8	22,9	21,7	23,4
Kolovoz	18,2	21,0	21,7	20,7	21,7	22,7
Rujan	14,0	16,4	17,5	14,9	18,8	17,7
Listopad	8,8	10,9	11,1	8,4	10,1	11,2
Prosjek	15,3	16,7	17,6	16,4	17,4	17,9

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod

U Tablici br. 2 prikazane su srednje mjesečne količine oborina (mm) za Viroviticu, od travnja do listopada, tijekom vegetacije šećerne repe. Da bi sjeme šećerne repe proklijalo treba upiti 100 - 170% vode u odnosu na svoju masu. Potrebe šećerne repe za vodom sve više rastu nakon zatvaranja redova (početak lipnja). U razdoblju nakon zatvaranja redova su najveće potrebe repe za vodom, tada se odvija i debljanje korijena, odnosno od sredine srpnja do sredine kolovoza. Ekstremne suše tijekom srpnja i kolovoza mogu značajno smanjiti prinos šećerne repe i sadržaj šećera u korijenu. Te ekstremne suše su se dogodile 2009., te 2012. godine (Tablica 2.), 2010. godina je bila najpovoljnija, količine oborina su bile normalne, zadovoljavajuće, pa i na kraju možemo vidjeti da je ova proizvodna godina dala najveće količine šećera i nusproizvoda (Tablica 4.). 2011. godina nije bila baš najpovoljnija za uzgoj šećerna repe (Tablica 2.).

Tablica 2. Srednje mjesečne količine oborina (mm) za Viroviticu

Mjesec	**Potrebe prema Wohltmannu**	**Višegodišnji prosjek (1981. - 2010.)**	**2009.**	**2010.**	**2011.**	**2012.**
Travanj	40	56,3	36,2	78,8	23,7	46,7
Svibanj	50	71,7	38,8	182,7	26,0	84,2
Lipanj	50	106,9	85,1	242,4	56,4	87,8
Srpanj	80	57,8	66,1	87,8	157,9	37,3
Kolovoz	65	76,3	28,5	79,4	39,0	4,2
Rujan	35	79,1	28,4	243,7	27,5	101,6
Listopad	40	72,6	92,5	64,7	63,7	85,0
Ukupno u vegetaciji	360	520,7	375,6	939,5	394,2	493,5

Izvor: Državni hidrometeorološki zavod

Sljedeća Tablica (Tablica 3.) prikazuje ukupne količine prerađene repe u tonama, tijekom četiri proizvodne godine, prosječne prinose (t/ha) i prosječne digestije (%) u tvornici šećera Viro d.d. Godine 2010. je prerađena najveća količina šećerne repe 628 321 t, prosječan prinos je bio najbolji od svih godina 55 t/ha, prosječna digestija je bila također najbolja od svih godina, iznosila je 16,50%. Najslabija godina je bila 2009. kada je prerađena najmanja količina šećerne repe 349 521 t, prosječan prinos je bio 40 t/ha, a prosječna digestija 14,70% (Tablica 3.). Sve je to utjecalo na količinu proizvedenog šećera i nusproizvoda u kampanji šećerne repe (Tablica 4.).

Tablica 3. Ukupna količina prepađene repe, prosječan prinos i prosječna digestija u tvornici šećera Viro d.d.

Godina	**Ukupna količina prerađene repe (t)**	**Prosječan prinos (t/ha)**	**Prosječna digestija (%)**
2009.	349 521	40	14,70
2010.	628 321	55	16,50
2011.	546 608	53,20	16,30
2012.	439 156	43,11	15,29

Izvor: Tvornica šećera Viro d.d.

5.1. Kampanja šećerne repe

U ovom završnom radu analizirali smo i prikazali proizvodnju i preradu šećerne repe u tvornici šećera Viro d.d. u zadnje četiri godine, od 2009. do 2012. godine. U Tablicama 4. i 5. prikazali smo količine dobivenog šećera i nusproizvoda. Posebno smo promatrali kampanju šećerne repe, a posebno kampanju šećerne trske. Trajanje svake kampanje smo pratili točno u dan, kampanja šećerne repe 2009. godine trajala je od 30. rujna do 5. prosinca, kampanja 2010. godine trajala je od 30. rujna do 13. prosinca, kampanja 2011. godine trajala je od 28. rujna do 14. prosinca i kampanja 2012. godine trajala je od 16. rujna do 28. studenog. Iz priloženih podataka možemo vidjeti da svaka kampanja šećerne repe u prosjeku traje od dva do tri mjeseca, a počinje najčešće u mjesecu rujnu to jest odmah nakon vađenja repe i dovoza u šećeranu. Sva šećerna repa je s našega, "domaćeg", tržišta i zato je lako po godinama možemo usporediti. Prilikom usporedbe šećerne repe moramo paziti na više čimbenika koji utječu na njezin prinos i proizvodnju, a to su najčešće: vremenske prilike tijekom vegetacije šećerne repe (Tablica 1. i 2.), sadržaj šećera u korijenu (Tablica 3.), te sadržaj melasotvornih tvari (alfa-amino dušik, kalij i natrij).

Tablica 4. Rezultati proizvedenog šećera i nusproizvoda u kampanji šećerne repe

Kampanja šećerne repe			
2009. godina	**2010. godina**	**2011. godina**	**2012. godina**
Šećer 53 300 000 kg	Šećer 79 368 000 kg	Šećer 65 300 000 kg	Šećer 61 110 000 kg
Melasa 17 495 000 kg	Melasa 20 273 000 kg	Melasa 18 000 000 kg	Melasa 22 544 000 kg
Rezanac 18 200 000 kg	Rezanac 28 900 000 kg	Rezanac 13 250 000 kg	Rezanac 13 000 000 kg

Izvor: Tvornica šećera Viro d.d.

Iz tablice 4. vidimo da je količina proizvedenog šećera u 2010. godini najveća, dok je u 2009. godini najmanja, a u 2011. i 2012. godini podjednaka. Kada smo usporedili količine dobivenog šećera i nusproizvoda s obzirom na vremenske prilike i ukupne količine prerađene repe, prosječne prinose i prosječne digestije, tijekom te četiri proizvodne godine, bilo nam je jasno i opravdano zašto su se količine proizvedenog šećera tako kretale i razlikovale iz godine u godinu. Pratili smo vremenske prilike kroz cijelu vegetaciju šećerne repe, od travnja do listopada (tablice 1. i 2.).

2009. godine smo imali najmanje količine proizvedenog šećera, 53 300 000 kg, a malo je bilo i nusproizvoda, melase 17 495 000 kg (najmanje od svih godina) i rezanca 18 200 000 kg. Te godine bila je najmanja količina prerađene šećerne repe 349 521 t, najmanji prinos od 40 t/ha, te najmanja digestija od 14,70%. Vremenske prilike su također utjecale na prinos, proljeće je bilo vrlo toplo i ekstremno toplo (travanj 14,3 ^{o}C, svibanj 17,7 ^{o}C, ali vrlo sušno pa čak možemo reći da je bilo i ekstremno sušno (travanj 36,2 mm, svibanj 38,8 mm), ljeto je bilo jednako, ekstremno toplo ali jako sušno (srpanj 21,8 ^{o}C,

kolovoz 21,7 ^{o}C, prosječne oborine u srpnju su se kretale oko 66,1 mm, a u kolovozu oko 28,5 mm). Jesen je bila nešto bolja, vrlo topla (rujan 17,5 ^{o}C, listopad 11,1 ^{o}C), oborine su bile normalne, pa i dosta velike (rujan 28,4 mm, listopad 92,5 mm). Ovakva godina je primjer za loše prinose šećerne repe jer ona ne voli sušnu godinu, njoj je potrebna dosta velika količina oborina kako bi se ona normalno razvila i dala dobre prinose po godinama.

2010. godine imali smo najveće količine proizvedenog šećera, 79 368 000 kg, te godine je prerađena najveća količina šećerne repe 628 321 t, najveći je prosječan prinos 55 t/ha, te najveća digestija 16,50%. Vremenske prilike su bile veoma povoljne za rast i razvoj šećerne repe. Proljeće je bilo normalno i toplo (travanj 11,7 ^{o}C, svibanj 16,3 ^{o}C), a količina oborina je bila velika (travanj 78,8 mm, svibanj 182,7 mm), šećerna repa voli kišu pa je to odmah utjecalo na njen rast. Ljeto je bilo toplo (srpanj 22,9 ^{o}C, kolovoz 20,7 ^{o}C), ali vrlo kišno (srpanj 87,8 mm, kolovoz 79,4 mm) . A jesen je bila normalna (rujan 14,9 ^{o}C, listopad 8,4 ^{o}C), čak malo i prohladna i vrlo kišna (rujan 243,7 mm, listopad 64,7 mm). Tako da kada cijelu godinu uzmemo u obzir možemo reći da su uvjeti bili gotovo idealni za rast i razvoj šećerne repe. Prinos je bio veliki, 55 t/ha. Dobivena je velika količina šećera, 79 368 000 kg, ali ne samo šećera nego i nusproizvoda, melase i rezanca. Melase je bilo sve ukupno 20 273 000 kg, a rezanca 28 900 000 kg što je daleko više od ostalih godina.

2011. i 2012. godina su podjednake, kao i u prinosima tako i u vremenskim prilikama. Prinosi šećera su bili sljedeći: 2011. godine 63 300 000 kg, a 2012. godine 61 110 000 kg. Prinosi melase 2011. godine 18 000 000 kg, a 2012. godine 22 544 000 kg. A rezanca je 2011. godine bilo 13 250 000 kg, a 2012. samo malo manje, 13 000 000 kg. Kada pogledamo kakve su vremenske prilike bile prinosi su zadovoljavajući, proljeće u obje godine je bilo toplo do vrlo toplo i sušno (Tablica 1. i 2.), srednje mjesečne temperature u travnju i svibnju su se kretale od 12 ^{o}C do 16 ^{o}C, količine oborina za mjesec travanj i svibanj su se kretale od 23,7 mm do 84,2 mm. Ljeto je bilo toplo (srednje mjesečne temperature u srpnju i kolovozu su se kretale od 21,7 ^{o}C do 23,4 ^{o}C). 2011. i 2012. godina razlikuju se jedino po količini oborina tijekom srpnja i kolovoza. Srpanj i kolovoz 2011. godine bili su vrlo kišoviti (srpanj 157,9 mm, kolovoz 39,0 mm), a 2012. su bili izrazito sušni (srpanj 37,3 mm, kolovoz 4,2 mm). Jesen u obje godine je bila normalna i topla (srednje mjesečne temperature u rujnu i listopadu su se kretale od 10,1 ^{o}C do 18,8 ^{o}C),

količine oborina u rujnu i listopadu su se kretale od 27, 5 mm do 101,6 mm. Dakle ni ove dvije godine nisu bile baš najpovoljnije za šećernu repu.

Najbolja i najpovoljnija godina za uzgoj šećerne repe je bila 2010. godina, ona ima najveću količinu prerađene šećerne repe, 628 321 t, najveći prosječni prinos od 55 t/ha, najveću digestiju od 16,50%, a i najpovoljnije vremenske prilike tijekom cijele vegetacije (tablice 1. i 2.).

5.2. Kampanja šećerne trske

Kampanja šećerne trske je nešto drugačija, vremenski traje ovisno o količini dobavljene šećerne trske. Traje često od dva tjedna do mjesec dana najviše. Tako je 2009. godine trajala od 31.3. do 18.4., 2010. godine od 31.7. do 10.8., 2011. godine je trajala od 30.4. do 21.5., a 2012. godine je trajala od 30.4. do 15.5. Šećer i melasu dobivenu od šećerne trske također vrlo lako možemo usporediti jer šećerna trska u sve četiri godine ima isto podrijetlo uvežena je iz Brazila. Svake godine brodom dolazi iz Brazila u luku Rijeka. Obzirom da je šećerna trska uvežena, prinosi šećera i melase ovise o količini šećerne trske koja je potrebna i koja se doveze u šećeranu u određenoj godini. Tako možemo vidjeti da su najveće količine šećera i melase bile 2009. godine, 78 558 000 kg šećera i 2 300 000 kg melase, u preostale tri godine količine su bile veoma slične, 2010. godine je bilo 51 200 000 kg šećera i 2 400 000 kg melase, 2011. godine je bilo 55 000 000 kg šećera i 3 500 000 kg melase. 2012. godine bilo je 49 900 000 kg šećera i 2 212 000 kg melase.

Tablica 5. Rezultati proizvedenog šećera i melase u kampanji šećerne trske

Kampanja šećerne trske			
2009. godina	**2010. godina**	**2011. godina**	**2012. godina**
Šećer 78 558 000 kg	Šećer 51 200 000 kg	Šećer 55 000 000 kg	Šećer 49 900 000 kg
Melasa 2 300 000 kg	Melasa 2 400 000 kg	Melasa 3 500 000 kg	Melasa 2 212 000 kg

Izvor: Tvornica šećera Viro d.d.

Podatci i količine koje smo dobili su i više nego dobri i zadovoljavajući, vidimo da šećerana funkcionira besprijekorno. Male su razlike po godinama. Također smo saznali koliko je dnevno iskorištenje šećera, a ono je iz šećerne repe oko 1000 tona, a iz šećerne trske oko 1300 tona, količine su različite zbog toga što kod šećerne repe veliki dio otpada na nusproizvode, dok kod šećerne trske dobijemo samo melasu, nema rezanca i odmah je dobivena količina šećera veća.

6. ZAKLJUČAK

Nakon što smo analizirali i usporedili dobivene količine šećera i nusproizvoda u "Viro tvornici šećera" d.d. Virovitica, te prikazali rezultate gotovih proizvoda, možemo izvesti sljedeće zaključke:

- Tehnološki proces proizvodnje odvija se u najnovijoj i najmodernije opremljenoj šećerani u Hrvatskoj, svake godine se ulaže u novu tehnologiju i opremu. Vrlo dobro je isplaniran proces proizvodnje koji donosi brojne prednosti, omogućava brzu i visoko kvalitetnu proizvodnju šećera i svih nusproizvoda, a samim time osigurava i zadovoljstvo brojnih kupaca.

- Redovito se obavljaju kontrole ulaznih sirovina, šećerne repe koja ima poznatu kvalitetu samim time što je već dobro poznata na vrlo zahtjevnom "stranom" tržištu, ali bez obzira na to, svaka repa koja uđe u repno dvorište mora proći kroz kemijsku analizu u suvremeno opremljenom laboratoriju. Kontrola šećerne trske prolazi kontrolu već na samome brodu, čim dođe u luku, na brod izlaze fitopatolozi i onda se uzimaju analize. Isto tako, kao što se kontroliraju ulazne sirovine, kontroliraju se i sve izlazni gotovi proizvodi. Dakle, kvaliteta i kontrola su zagarantirani.

- Iz samih rezultata ove analize možemo zaključiti:

  Količina šećera iz šećerne repe se kretala od 53 300 000 kg do 79 368 000 kg, s najvećim prinosom šećera od 7 9368 000 kg 2010. godine, odnosno najmanjim 53 300 000 kg 2009. godine. Količina dobivene melase iz šećerne repe se kretala od 17 495 000 kg do 22 544 000 kg, a količina repnih rezanaca dobivenih iz šećerne repe se kretala od 13 000 000 kg do 28 900 000 kg.

  Količina šećera iz šećerne trske se kretala od 49 900 000 kg do 78 558 000 kg, s najvećim prinosom od 78 558 000 kg 2009. godine, odnosno najmanjim 49 900 000 kg 2012. godine. Količina dobivene melase iz šećerne trske se kretala od 2 212 000 kg do 3 500 000 kg.

- Uspoređujući proizvodne godine možemo na temelju vremenskih prilika (srednje mjesečne temperature u ^{o}C i srednje mjesečne količine oborina u mm), te na temelju ukupne količine prerađene repe, prosječnih prinosa po godinama i prosječnih digestija zaključiti da su vremenske prilike imale značajan utjecaj na dobivene količine šećera i nusproizvoda, te je upravo zbog toga 2010. godina bila najbolja, vremenske prilike su bile najpovoljnije pa je odmah i prinos bio najveći od svih godina, 55 t/ha.

7. POPIS LITERATURA

1. Gadžo D., Đikić M. i Mijić A. (2011.): Industrijsko bilje, Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu
2. Gagro M. (1998.): Industrijsko i krmno bilje, Hrvatsko agronomsko društvo, Zagreb
3. Pospišil, M. (2013.): Ratarstvo II. dio – industrijsko bilje, Zrinski d.d., Zagreb
4. Šušić S.K. i Guralj E.M. (1965.): Osnovi tehnologije šećera, Univerzitet u Beogradu, Beograd

Internet: http://www.secerana.hr (15.05.2013.g, 20.06. 2013.g)

http://www.meteo.hr (27.05. 2013.g., 01.06 i 28.06. 2013.g.)

http://klima.hr/ocjene_arhiva.php (27.05. 2013.g.)

8. SAŽETAK

U sklopu ispitivanja obavljeno je analiziranje prerade šećera u šećerani Viro d.d. u razdoblju od četiri godine, od 2009. do 2012. godine. Uspoređena je prerada šećerne repe s obzirom na količinu proizvedenog šećera i nusproizvoda (melasa i rezanac) tijekom četiri godine. Prikazana je proizvodnja šećera kroz dvije kampanje godišnje, jedna kroz kampanju šećerne repe i druga kroz kampanju šećerne trske. Analizirana je količina gotovog proizvoda (šećera) i nusproizvoda (melase i rezanca) po godinama za šećernu repu, te količina šećera i nusproizvoda za šećernu trsku. Na temelju analiziranja vidljivo je da se količina šećera iz šećerne repe kretala od 53300 000 kg do 79368000 kg, količina melase se kretala od 17495000 kg do 22544000 kg, a količina repnih rezanaca dobivenih iz šećerne repe se kretala od 13000000 kg do 28900000 kg. Utjecaj vremenskih prilika na pojedine proizvodne godine je bio značajan na prinos šećera i nusproizvoda, te je upravo zbog toga 2010. godina bila najbolja od svih godina. Količina šećera iz šećerne trske se kretala od 49900000 kg do 78558000 kg, a količina melase se kretala od 2212000 kg do 3500000 kg. U tehnološkom smislu šećerana Viro d.d. Virovitica primjenjuje najnoviju i najmoderniju opremu, te posjeduje velike kapacitete skladišnih prostora zbog čega ova šećerana postaje odabirom sve većega broja kupaca u Hrvatskoj i inozemstvu.

Ključne riječi: šećerna repa, šećerna trska, šećer, melasa, repni rezanci

9. SUMMARY

Within testing, sugar processing in the sugar factory Viro j.s.c. (Joint-stock company) during the period of four years, from the 2009 until 2012 year was conducted. Sugar beet processing was compared with regard to quantity of produced sugar and byproduct (molasses and noodle) during four years. Production of sugar was presented through two campaigns, one through sugar beet campaign and the other one through sugar cane campaign. There were analyzed a quantity of finished product (sugar) and byproduct (molasses and noodle) by years for the sugar beet and quantity of sugar and byproduct for the sugar cane. Based on analysis, it is evident that quantity of sugar from the sugar beet was in the rank of 53300000 kg to 79368000 kg, quantity of molasses was in the rank of 17495000 kg to 22544000 kg, while quantity of noodle produced from the sugar beet was in the rank of 13000000 kg to 28900000 kg. Weather conditions effect to the certain production years was significant for the sugar and byproduct yields, therefore the year 2010 was the best. The quantity of sugar from sugar cane was in the rank of 49900000 kg to 78558000 kg, while quantity of molasses was in the rank of 2212000 kg to 3500000 kg. Technological, sugar factory Viro j.s.c. Virovitica applies the newest and the most modern equipment, also holds huge capacity of storages, therefore this sugar factory becomes a selection of an increasing number of buyers within Croatia and abroad.

Key words: sugar beet, sugar cane, sugar, molasses, sugar beet noodle

10. POPIS TABLICA

Tablica 1. - Srednje mjesečne temperature zraka (^{o}C) za Viroviticu
(Izvor: Državni hidrometeorološki zavod)

Tablica 2. - Srednje mjesečne količine oborina (mm) za Viroviticu
(Izvor: Državni hidrometeorološki zavod)

Tablica 3. - Ukupna količina prepađene repe, prosječan prinos i prosječna digestija u tvornici šećera Viro d.d. (Izvor: Tvornica šećera Viro d.d.)

Tablica 4. - Rezultati proizvedenog šećera i nusproizvoda u kampanji šećerne repe
(Izvor: Tvornica šećera Viro d.d.)

Tablica 5. - Rezultati proizvedenog šećera i melase u kampanji šećerne trske
(Izvor: Tvornica šećera Viro d.d.)

11. POPIS SLIKA

Slika 1. - Skladište "Viro tvornice šećera d.d." u Virovitici (Izvor: Sanela Vučićević)

Slika 2. – Silos "Viro tvornice šećera d.d." u Virovitici (Izvor: Sanela Vučićević)

Slika 3. - Kristalni šećer smješten na palete, u skladište "Viro tvornice šećera d.d." u Virovitici (Izvor: Sanela Vučićević)

12. POPIS SHEMA

Shema 1. - Prikaz cijelog postupka šećerne repe za ekstrakciju
(Izvor: http://www.secerana.hr)

Shema 2. - Ekstrakcija šećera i rezanaca iz šećerne repe (Izvor: http://www.secerana.hr)

Shema 3. - Čišćenje ekstrakcijskog soka (Izvor: http://www.secerana.hr)

Shema 4. - Peteročlana uparna stanica (Izvor: http://www.secerana.hr)

Shema 5. - Kristalizacija šećera (Izvor: http://www.secerana.hr)