

**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
**STRUČNI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE**  
**PRERADA MLIJEKA**

Matea Hrdalo

**KONTROLA KVALITETE U PROIZVODNJI VOĆNOG SOKA**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2015.

Veleučilište u Karlovcu  
Stručni studij prehrambene tehnologije  
Prerada mlijeka

Matea Hrdalo

## **KONTROLA KVALITETE U PROIZVODNJI VOĆNOG SOKA**

ZAVRŠNI RAD

Mentor: dr. sc. Bojan Matijević, profesor visoke škole

Broj indeksa autorice: 0314611084

Karlovac, veljača 2015.

Rad je izrađen u Analitičko – mikrobiološkom laboratoriju Punionice voćnih sokova  
Juicy pod vodstvom Lidije Knez, dipl. ing. biotehnologije.

# Kontrola kvalitete u proizvodnji voćnog soka

## Sažetak

Zadnjih desetljeća kvaliteta je postala glavna značajka prehrambenih proizvoda na svjetskom tržištu. Prehrambena industrija ne gleda više samo na financijsku dobit pri plasmanu svojih proizvoda već i na njihovu kvalitetu koja je sada povezana, odnosno koja se postiže upravljanjem kroz cijeli prehrambeni lanac od dobavljača sirovine do kupca. Potrošači su postali svjesni što znači kvalitetan prehrambeni proizvod te njihov krajnji zahtjev postaje zdrav i siguran proizvod. Proizvođači zahtjev za kvalitetom mogu ispuniti samo upravljanjem kvalitetom na putu od ideje do proizvodnje.

Tema ovog završnog rada je Kontrola kvalitete u proizvodnji voćnog soka gdje je u prvom dijelu opisan proces proizvodnje od sirovine do gotovog proizvoda. Ostatak teorijskog dijela kao i eksperimentalni dio odnosi se na samu kontrolu kvalitete. Provedene su kontrole kvalitete sirovina, kontrole kvalitete gotovog proizvoda i senzorska analiza.

Cilj ovog rada je ukazati na važnost kontrole kvalitete tokom cjelokupnog procesa proizvodnje. Razlog tome je što se u svakom trenutku proizvodnje može lako desiti neka neispravnost koju treba na vrijeme identificirati i korigirati, što znači da je stalna i česta kontrola cjelokupnog procesa proizvodnje neophodna za krajnji, kvalitetan, gotovi proizvod.

**Ključne riječi:** voćni sok, proces proizvodnje, kontrola kvalitete

# Quality control in the production of fruit juice

## Abstract

In the last decade quality has become one of the most important feature in the food production industry worldwide. Food industry is not all about the financial profit anymore but also concentrates on the quality of its products, which is now conected throughout the entire food production chain, from the provider of the raw material to the buyer. Consumers have became aware of the importance of the quality, so healty and safe food is their prime demand. Producers can meet the quality demands only by quality management through the whole process, from the idea to the production.

The topic of this paper is the quality control in fruit juice production. The process of production from the raw material to the final product is described in the first part. The rest of the paper, and the experimental part is about the quality control itself. The quality controls for raw materials and for the final product, as well as the sensor analysis have been made.

The goal of this paper is to point out the importance of quality control during the whole process of production. The main reason for why quality control is so vital is the fact that at any given moment during the production process, some kind of an anomaly could happen which has to be identified and corrected on time. Because of that, the constant control is an imperative for the final and a high- quality product.

**Keywords:** fruit juice, production proces, quality control

## SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	2
2.1. Voćni sokovi - podjela .....	2
2.2. Voćni sok od koncentriranog voćnog soka .....	3
2.3. Dozvoljene sirovine za proizvodnju soka od koncentriranog voćnog soka.....	3
2.3.1. Voda.....	3
2.3.2. Sredstva za zaslađivanje.....	4
2.3.3. Voćne sirovine .....	6
2.3.4. Tvari arome .....	6
2.3.5. Regulatori kiselosti.....	7
2.3.6. Antioksidansi .....	7
2.4. Postupak pripreme soka od koncentriranog voćnog soka .....	8
2.4.1. Miješanje osnovnih sastojaka.....	8
2.4.2. Pasterizacija voćnog soka .....	9
2.4.3. Pakiranje voćnog soka u ambalažu .....	10
2.4.4. Skladištenje voćnog soka .....	11
2.5. Kontrola kvalitete voćnog soka.....	12
2.5.1. Kemijske analize .....	12
2.5.2. Mikrobiološka ispravnost voćnog soka.....	14
2.5.3. Određivanje senzorskih svojstva voćnog soka .....	15
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	16
3.1. Materijali.....	16
3.2. Metode rada .....	17
3.2.1. Kontrola kvalitete sirovina .....	17
3.2.2. Kontrola kvalitete gotovog proizvoda .....	20
3.2.3. Senzorska procjena gotovog proizvoda.....	21
<b>4. REZULTATI</b> .....	23
4.1. Kakvoća sirovina za proizvodnju voćnog soka .....	23
4.2. Kakvoća svježije pripremljenog soka.....	26
4.3. Kontrola procesa pasterizacije voćnog soka.....	27
4.4. Pokazatelji kakvoće gotovog voćnog soka.....	28
<b>5. RASPRAVA</b> .....	29
5.1. Kakvoća sirovina za proizvodnju voćnog soka.....	29
5.2. Kakvoća svježije pripremljenog soka.....	30
5.3. Kontrola procesa pasterizacije voćnog soka.....	30
5.4. Pokazatelji kakvoće gotovog voćnog soka.....	30
<b>6. ZAKLJUČCI</b> .....	31
<b>7. LITERATURA</b> .....	32

## 1. UVOD

Riječ kvaliteta (kakvoća) potječe od latinske riječi “qualitas”, a predstavlja svojstvo, odliku, značajku, sposobnost, vrijednost. Kvaliteta se može definirati na više načina. Osnovna definicija je "Kvaliteta je zadovoljstvo kupca". Od zadovoljstva kupca sve polazi. Kupac je onaj tko odlučuje što je kvaliteta. U kvaliteti se teži stalnom poboljšanju i unapređenju. Definicija kvalitete prema normi ISO 9000 je *"Kvaliteta je stupanj do kojeg skup svojstvenih karakteristika ispunjava zahtjeve"*. Kvalitetu nekog proizvoda ili usluge određuje odnos želja i potreba korisnika i njihove realizacije od proizvođača.

Kontrola kvalitete se odnosi na nadzor nad proizvodnim procesom tijekom njegova odvijanja. Nadzor kvalitete se provodi u dva dijela. Prvo se provodi kontrola kvalitete sirovina, a zatim kontrola kvalitete samog gotovog proizvoda. Važnu ulogu u postizanju kvalitete ima osiguranje kvalitete. Osiguranje kvalitete je dio sustava upravljanja kvalitetom fokusiran na stvaranje povjerenja u ispunjavanje osnovnih zahtjeva vezanih za kvalitetu. Osiguranje kvalitete znači planirane i sistematične aktivnosti ugrađene u sustav, dok kontrola kvalitete označava tehnike i aktivnosti opažanja koje se koriste da bi se zadovoljili zahtjevi za kontrolom.

Postoji veliki broj različitih vrsta voćnih sokova. Oni se u osnovi mogu razlikovati prema sirovi od koje su proizvedeni, kemijskom sastavu i načinu pakiranja. Sve navedeno usko je povezano s kvalitetom gotovog proizvoda. Stoga, učestalo praćenje kvalitete sirovina, proizvodnog procesa i gotovog proizvoda od presudne je važnosti kako bi se dobio proizvod ujednačenog kemijskog sastava i senzorskih svojstava te siguran za potrošača.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Voćni sokovi - podjela

Proizvodnja voćnih sokova predstavlja vrlo jaku i perspektivnu industriju u svijetu. Prema podacima FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) u 2013. godini proizvedeno je oko 11 500 miliona litara voćnog soka. Najveći proizvođači su Nemačka, Francuska, Velika Britanija i Španjolska.

Postoji veliki broj različitih vrsta voćnih sokova. Oni se mogu međusobno razlikovati prema vrsti sirovine, sastavu, sadržaju voća i načinu pakiranja. Uglavnom, voćni sokovi se mogu opisati kao polidisperzni sustavi koji se međusobno razlikuju po veličini čestica voćnog tkiva i njihovoj topljivosti u vodi. Većinom sadrže oko 11% topljive suhe tvari određene refraktometrom (Ashurst i Hargitt, 2009).

Postoji mnoštvo različitih vrsta voćnih sokova, pa kao proizvode potrebno ih je razvrstati na neki nači. Prema važećoj zakonskoj regulativi u Republici Hrvatskoj i to "Pravilniku o voćnim sokovima i nektarima te njima srodnim proizvodima" (NN 152/05) voćni sokovi se dijele na:

1. voćni sok - proizvodi se direktnom mehaničkom preradom jedne ili više vrsta voća;
2. koncentrirani voćni sok - proizvodi se fizičkim izdvajanjem određene količine vode iz voćnog soka;
3. voćni sok od koncentriranog voćnog soka - proizvodi se uz dodatak određene količine vode;
4. dehidratirani ili voćni sok u prahu - proizvodi se fizičkim izdvajanjem gotovo ukupne količine vode iz voćnog soka;
5. voćni nektar - proizvodi se uz dodatak određene količine vode i šećera i/ili meda.

Podjela voćnih sokova može biti i prema veličini i topljivosti čestica te se mogu podijeliti na:

1. Bistri voćni sok - dobiva se bistrenjem i filtriranjem voćnog soka s otopljenim sastojcima. Bistri sok mora biti kristalno bistar, bez opalescencije ili pojave taloga. Ovo se postiže bistrenjem uz primjenu dozvoljenih sredstava i filtriranjem kako bi se uklonili svi sastojci koji čine mutnoću soka. Kod soka od citrusa nakon dužeg perioda



čuvanja moguća je pojava male količine taloga (Niketić-Aleksić, 1988; Ashurst i Hargitt, 2009).

2. Mutni voćni sok - proizvodi se djelomičnim bistrenjem voćnog soka i pored topljivih sastojaka soka sadrži i fino dispergirane koloidne čestice. Kod mutnog voćnog soka može doći do pojave male količine taloga, porijeklom od voća, koji nestaje već pri blagom miješanju (Niketić-Aleksić, 1988; Ashurst i Hargitt, 2009).
3. Kašasti voćni sok - sadrži pored soka iz voćnog tkiva i netopljive sastojke voća koji se mogu djelomično taložiti (Niketić-Aleksić, 1988; Ashurst i Hargitt, 2009).

Ovisno o vrsti soka primjenjuje se i odgovarajuća tehnologija proizvodnje. Postupak izdvajanja soka iz čestica voćnog tkiva, također, se razlikuje ovisno koji se sok proizvodi (Tetra Pak Processing Systems AB, 2004).

## **2.2. Voćni sok od koncentriranog voćnog soka**

Voćni sok od koncentriranog voćnog soka se proizvodi tako da se koncentriranom voćnom soku ponovno vraća ona količina vode koja je izdvojena tijekom koncentriranja, i aroma, te prema potrebi pulpa i čestice voćnog tkiva, izdvojene tijekom koncentriranja tog ili voćnog soka iste vrste. Tako proizvedeni sok mora imati senzorna i fizikalno-kemijska svojstva ista kao da je proizveden iz iste vrste voća (Lovrić i Piližota, 1994; Somogyi i sur., 1996; Jongen, 2002).

## **2.3. Dozvoljene sirovine za proizvodnju soka od koncentriranog voćnog soka**

### **2.3.1. Voda**

Potrošnja vode u proizvodnji voćnog soka je vrlo velika. Voda je nezamjenljivo sredstvo za pranje sirovina, ambalaže, uređaja i površina proizvodnih pogona, te za hlađenje i toplinsku obradu (vruća voda i para). Ujedno je posebno značajno istaknuti da se voda dodaje određenim proizvodima i predstavlja njihov sastavni dio (Ashurst i Hargitt, 2009).

Uloga vode u sastavu proizvoda je višestruka. Zajedno s ostalim sastojcima voćnog soka voda sudjeluje u oblikovanju okusa, boje i mirisa. Omogućava otapanje dodanih ostalih sastojaka i izražava njihova svojstva, osigurava oblikovanje fizikalnih značajki proizvoda. Kvaliteta vode ocjenjuje se na osnovi njenog kemijskog sastava, fizikalnih karakteristika i zdrastvene ispravnosti.

Voda mora biti bez mirisa i okusa, bezbojna i potpuno bistra. Do promjene ovih svojstava kao i do pojave taloženja sastojaka vode ne smije doći niti poslije dužeg stajanja vode ili pri zagrijavanju. Poželjno je da temperatura vode bude što veće ujednačenosti. U prirodi ne postoji kemijski čista voda. Količina i vrsta pratećih sastojaka ovisi o porijeklu vode. Kao redovni sastojci u vodi mogu biti prisutni kisik, ugljik dioksid, dušik, otopljene soli, većinom kalcija, kalija, natrija i magnezija. Ove soli se nalaze u obliku klorida, bikarbonata, sulfata, nitrata i nitrita. Dobra voda ima pH 7 do 7,8 (Niketić-Aleksić, 1988).

Vodu za voćni sok je potrebno prethodno obraditi. Prvi korak je prolazak vode kroz filter s aktivnim ugljenom. Aktivni ugljen je prirodni produkt proizveden iz ugalja, drveta ili kokosa. Taj materijal se karbonizira na visokoj temperaturi koja stvara sitne pore unutar materijala. Filtracijom kroz aktivni ugljen voda se oslobađa klora, fenola, organskih supstanci, pesticida i krupnijih nečistoća. Nakon filtera s aktivnim ugljenom slijedi ionski izmjenjivač.

Tvrdoća vode je važan parametar kvalitete. Uzrokovana je otopljenim solima kalcija i magnezija. U ionskom izmjenjivaču se kalcijevi i magnezijevi ioni zamjenjuju natrijevim ionima radi omekšavanja vode. Regeneracija se obavlja otopinom kuhinjske soli. Nakon što je voda omekšana, izostaje mogućnost stvaranja kamenca. Tvrdoća vode u ionskom izmjenjivaču se smanjuje od 12 °Nj na 0-4 °Nj. Prije doziranja vode u pufer tank, provodi se titrimetrijsko određivanje ukupne tvrdoće.

Pufer tank služi za sabiranje vode nakon filtracije, a volumena je oko 20 000 L. Tako pripremljena voda se korsiti za proizvodnju bezalkoholnih pića (Ashurst i Hargitt, 2009).

### 2.3.2. Sredstva za zaslađivanje

Sredstva za zaslađivanje dodaju se radi postizanja svojstvenog okusa voćnog soka. Time se postiže potrebna punoća i sadržaj suhe tvari.

Sladila ili sredstva za zaslađivanje razvrstavaju se u tri vrste: prirodna sladila – šećeri, zamjene za šećer (šećerni polioli), umjetna sladila (tablica 1).

Od prirodnih zaslađivača najzastupljenija je saharoza, a drugi prirodni zaslađivači su visokofruktozni kukuruzni sirup, dekstroza, melasa, med, javorov sirup i laktoza te šećerni alkoholi. Svi oni su nutritivni zaslađivači. Šećerni alkoholi ne uzrokuju karijes, ali imaju laksativni učinak, zbog čega je bitno regulirati njihov unos (Lozano, 2006).

Umjetna sladila se odlikuju velikom slatkoćom, a kemijski to nisu šećeri, te ne uzrokuju karijes. Oni su puno puta slađi od saharoze 30 i više puta i zbog toga se koriste u vrlo malim količinama (aspartam, acesulfam, saharin, sukraloza...). Međutim, njihova upotreba izazvala je cijeli niz tehnoloških problema, jer oni ne mogu obavljati sve one druge

funkcije u hrani. Zato se često moraju upotrebljavati uz dodatak drugih aditiva npr. aditiva koji daju hrani punoću. Nadalje, postoje i određene sumnje u vezi utjecaja i nenutritivnih zaslađivača na zdravlje stoga je njihova primjena strogo regulirana zakonima koji nisu u svim zemljama svijeta jednaki (Lozano, 2006).

**Tablica 1.** Podjela sredstva za zaslađivanje (Niketić-Aleksić, 1988)

PRIRODNA SLADILA	ZAMJENE ZA ŠEĆER	UMJETNA SLADILA
Šećer (saharoza)	Sorbitol	Acesulfan – K
Invertna šećerna otopina	Sorbitolni sirup	Ciklaminska kiselina
Dekstroza	Izomalt, maltitol	Saharin
Fruktoza	Maltitolni sirup	Tamautin
Laktoza	Laktitol	Glicirhizin
Škrobni sirupi	ksilitol	Neohesperidin DC

Slatkoća sladila ovisi o hidroksilnim grupama u strukturi sladila; sladak okus izaziva hidroksilni par na susjednim ugljikovim atomima u molekuli slatke tvari. Pri tome atomi ugljika koji nose hidroksilne grupe moraju biti slobodni i u svojoj vezi okretljivi, tako da se hidroksilne grupe mogu maksimalno udaljiti jedna od druge. Zbog spoja u vidu mosta između hidroksilnih grupa sladila i hidroksil ili drugih grupa (npr, NH-grupa) proteinskih tvari nastaje sladak okus. Intenzitet slatkoće ovisi o koncentraciji sladila i temperaturi. (Ashurst i Hargitt, 2009)

Pod nazivom šećer (saharoza) podrazumijeva se proizvod dobiven po odgovarajućem tehnološkom postupku iz šećerne repe ili šećerne trske, koji sadrži najmanje 99,5 % saharoze ako je u krutom stanju, kristal, mljeveni i oblikovani. Šećer može biti i u tekućem obliku kao šećerna otopina. Uobičajeno je da se šećer razvrstava prema kvaliteti i obliku. Mnoge zemlje imaju vlastite standarde za šećer, određene prema navikama i potrebama industrije i potrošnje u kućanstvu.

Šećer mora biti bijele boje, slatkog okusa, i da nema strani miris i okus. Ujedno vodena otopina šećera mora biti bistra, slatka okusa, bez taloga, reakcija na lakmus neutralna i udovoljavati svim propisima zdravstvene ispravnosti proizvoda. (Ashurst i Hargitt, 2009)

Šećerovina je vodena otopina šećera saharoze koja se priprema u sirupani prije pripreme samog soka. Šećer se zaprima u proizvodnju u vrećama od 50 kg, a iz vreća se prebacuje u usipni koš. Postoje 2 tanka za pripremu šećerovine u koje se dozira omekšana voda te se preko usipnog koša dodaje šećer. Nakon miješanja šećerovine, vrši se refraktometrijsko mjerenje koncentracije šećerovine, te po potrebi podešava njena koncentracija. Pripremljena šećerovina se centrifugalnom pumpom pumpa u vrećasti filter, te nakon filtracije u mix tank.

Za zaslađivanje voćnog soka od koncentrata može se upotrijebiti šećer (bijeli ili ekstra bijeli šećer). Umjesto šećera može se upotrijebiti glukoza (monohidrat ili bezvodna), glukozni sirup sušeni i fruktoza, odnosno svi zaslađivači koji sadrže manje od 2 % vode.

U slučaju da je šećer dodan u svrhu zaslađivanja, tada takav proizvod u svom nazivu mora nositi opis "zaslađen" ili "s dodanim šećerom / šećerima" iza kojeg se navodi maksimalna količina dodanog šećera, računato kao suha tvar i izraženog u g/L gotovog proizvoda. U svrhu korekcije kiselog okusa, količina dodanog šećera, izraženog kao suha tvar, može iznositi do 15 g po litri soka. U svrhu zaslađivanja, količina dodanog šećera, izraženog kao suha tvar, može iznositi do 150 g po litri soka, uz uvjet da ukupna količina dodanog šećera u proizvod ne prelazi tu vrijednost.

### 2.3.3. Voćne sirovine

Voćne sirovine su uglavnom koncentrirana voćna kaša ili voćna kaša. Ove sirovine se koriste kao poluproizvodi i dolaze pakirane u bačvama ili spremnicima od 200-1100kg. Voćni koncentri se miješaju s vodom kako bi se vratila ona količina vode koja je izdvojena tijekom koncentriranja, te prema potrebi pulpa i čestice voćnog tkiva koje su izdvojene tijekom postupka koncentriranja (Lovrić i Piližota, 1994; Somogyi i sur., 1996; Jongen, 2002).

### 2.3.4. Tvari arome

U proizvodnju soka od koncentriranog voćnog soka dozvoljene sirovine su i tvari arome. Pod aromom se podrazumijeva smjesa spojeva koji isparavaju s vodom, vodenom parom ili inertnim plinom i koja daje nezamjenljivu osjetilnu karakteristiku određene vrste ili sorte voća. U kemijskom smislu to su smjese različitih alkohola, estera, etera, aldehida, ketona, eteričnih ulja, terpena, karboksilnih kiselina, smola, voskova i njima sličnih tvari. Tvari arome odgovorne su za miris i u određenoj mjeri i za okus voća i njihovih prerađevina.

### 2.3.5. Regulatori kiselosti

Kiselost voća porijekla je od prisustva organskih kiselina i njenih kiselih soli, od kojih su najviše zastupljene jabučna, limunska i vinska kiselina. Kiselost voća izražena kroz pH je oko 3,5. Prema pH vrijednosti voće se može razvrstati u slijedeće skupine kiselosti:

1. slabo kiseli proizvodi sa pH većim od 5;
2. srednje kiseli proizvodi sa pH od 5 do 4,5;
3. kiseli proizvodi sa pH od 4,5 do 3,5; i
4. jako kiseli proizvodi sa pH manjim od 3,5.

Voćnom soku se regulira kiselost kako bi se poboljšao okus ako sama sirovina prirodno nema ogovarajući odnos šećera i kiselina. kiseline koje se dodaju u onoj količini koja je potrebna da se postigne pH 4 do 3,5. Za proizvodnju voćnog soka dozvoljen je dodatak organskih i nekih anorganskih kiselina i njihovih soli. Od organskih kiselina to su limunska, jabučna, mlječna i L-askorbinske kiseline, ali i dodatkom soka od limuna ili limete u količini do 3 g po litri soka , izraženog kao bezvodna limunska kiselina (Lovrić i Piližota, 1994; Somogyi i sur., 1996; Jongen, 2002).

### 2.3.6. Antioksidansi

Antioksidansi su tvari koje sprečavaju oksidativne promjene u hrani i/ili pojačavaju antioksidativni učinak drugih tvari, a mogu utjecati na produžetak roka trajanja hrane. Prema porijeklu antioksidansi mogu biti prirodni i umjetni – sintetski. Oba tipa ovih aditiva moraju biti bez boje, okusa i mirisa, da su dobro topljivi, da nisu toksični i da u malim količinama sprječavaju oksidativne promjene u proizvodu za duže vrijeme čuvanja. (NN, 46/07).

Askorbinska kiselina i njene soli natrijev i kalcijev askorbat ili esteri masnih kiselina askorbil palmitat ili stearat su vrlo česti antioksidansi koji se koriste.

Oksidativne promjene koje su značajne za proizvode od voća su:

- promjena okusa i mirisa (užeglost)
- tamnjenje (promjene boje)
- gubitka labilnih sastojaka (vitamin C).

## 2.4. Postupak pripreme soka od koncentriranog voćnog soka

Tehnološke linije na kojima se proizvodi voćni sok obuhvaćaju tehnološku opremu adekvatnu za sekundarnu preradu, odnosno proizvodnja se zasniva na korištenju poluproizvoda. Primarna prerada tj. proizvodnja poluproizvoda (sokova, koncentrata i sl.) događa se odvojeno, najčešće se to događa u drugim tvornicama.

Tehnološki postupak ovisi o gotovom proizvodu koji se želi proizvesti i uglavnom se provodi u dvije faze. Prva faza obuhvaća kreiranje voćnog soka, a sastoji se od miješanja osnovnih sastojaka. Druga faza proizvodnje kontinuirani je proces, na liniji se u kontinuitetu provodi pasterizacija, punjenje i finalizacija.

### 2.4.1. Miješanje osnovnih sastojaka

Miješanje osnovnih sastojaka voćnog soka se provodi u odvojenoj prostoriji. To je postupak u kojem se kreira voćni sok. Ta zasebna prostorija sadrži spremnike koji imaju miješalice, izmjenjivače topline, filtere, pumpe. U tim spremnicima se otapaju osnovni sastojci od kojih se kreira voćni sok.

Šećerni sirup se priprema kao koncentrirana (cca 60 %) otopina šećera i sadrži 30-50 % konačnog volumena vode u slučaju kada se proizvodi piće sa šećerima, ali ne sladilima. Voda koja se koristi u pripremi sirupa mora biti omekšana i po potrebi deaerirana. Volumen vode mora biti dovoljan da se u njemu otopi šećer (Lovrić i Piližota, 1994; Somogyi i sur., 1996; Jongen, 2002).



**Slika 1.** Spremnici za miješanje i osnovnih sastojaka soka (Tetra Pak, 2009).

Priprema šećernog sirupa može ići po hladnom ili toplom postupku. Uglavnom se primjenjuje topli postupak. On uključuje primjenu temperatura viših od 60°C. Prednost ovog postupka je što se ukloni zrak, inaktiviraju prisutni enzimi i dobije stabilniji sirup bolje kvalitete. Dobiveni šećerni sirup se pasteurizira na 80°C / 2 minute u pločastom pasteru i obavezno filtrira.

Pripremljenom šećernom sirupu se dodaju voćne komponente i svi ostali sastojci osim vode što čini kupažni sirup. Priprema kupažnog sirupa može ići na dva načina:

1. Kupažni sirup se obično priprema tako da se u spremnik sa šećernim sirupom dodaju komponente koje se otope zasebno u posebnim tankovima. Miješanje se provodi u spremnicima koji su opremljeni miješačima.
2. Svi sastojci se miješaju posebnim sustavom cjevovoda i ventila na samoj liniji (dinamičko miješanje). Miješanje komponenta pića na ovaj način tj. dinamički omogućava i miješanje čak 8 komponentata.

#### 2.4.2. Pasterizacija voćnog soka

Pasterizacija je općenito proces uništavanja vegetativnih oblika mikroorganizama uz istovremenu inaktivaciju enzima. Postiže se izlaganjem namirnica letalnom vremenu i letalnoj temperaturi koji su različiti za različite vrste hrane i referentne mikroorganizme. Pasterizacijom se uništavaju bakterije, a da se pri tome bitno ne mijenja sastav, okus i prehrambena vrijednost namirnice.

Pasterizacija je metoda kod koje se primjenjuje temperatura do 100°C u trajanju do 30 minuta. Može se provesti prije ili nakon punjenja pića u ambalažu. Visina temperature u intervalu od 75 do 100°C i vrijeme zagrijavanja određuju se za svaki proizvod posebno. Na ove parametre utječe prije svega broj mikroorganizama, kiselost pića i veličina ambalaže. (Niketić-Aleksić, 1988.)

Pasterizacija bistrih sokova provodi se kontinuiranim postupkom u pločastim ili cijevnim izmjenjivačima topline ili nakon punjenja u boce u tunelskom pasteurizatoru. Bolji način pasteurizacije je u protoku jer je u tom slučaju sok kratkotrajno izložen djelovanju visokih temperatura.

Ukoliko se provodi tunelska pasteurizacija, sok se grije na 82–85°C, puni u boce, zatvara i zatim pasteurizira na 84 – 88°C / 15 – 45 minuta u ovisnosti o veličini pakiranja (Horváth-Kerkai, 2006). Nakon tretmana povišenom temperaturom proizvodi se hlade do sobne temperature, etiketiraju i skladište u sekundarnu ambalažu.



**Slika 2.** Pločasti izmjenjivač topline – paster (Izvor: Tetra Pak, Švedska)

Aseptični postupak obrade soka je puno bolji za očuvanje kvalitete voća. U ovom slučaju se sok pasterezira u protoku u zatvorenom sustavu na 100 – 110 °C / 0,5 – 1 min (Horváth-Kerkai, 2006). Nakon pasterezacije sok se hladi u uvjetima kod kojih ne može doći do naknadne mikrobiološke kontaminacije i na kraju puni u sterilnu ambalažu.

#### 2.4.3. Pakiranje voćnog soka u ambalažu

Nakon pasterezacije voćni sok se aseptično čuva u spremnicima. Skladištenje se provodi u dvije faze. Prva faza se sastoji od pranja i sterilizacije cjevovoda, pastera i cijele procesne linije, a u drugoj fazi pasterezirani sok se puni u cisterne pod aseptičnim uvjetima i čuva do punjenja u ambalažu.

Uobičajena praksa je toplo punjenje soka u ambalažu. Temperatura soka u trenutku punjenja treba biti iznad 80°C, kako bi se omogućila sterilnost. Ukoliko se punjenje provodi u aseptičnim uvjetima, nije potrebno da sok bude vruć prije punjenja.

Najčešće se koristi višeslojna ambalaža (karton, plastika, metal) u obliku kutije (slika 3). Uz ovu ambalažu za pakiranje voćnih sokova koriste se još i PET ambalaža, staklo, i drugi ambalažni materijala ali u znatno manjoj mjeri u odnosu na višeslojnu ambalažu.

Kao ambalaža za voćne sokove koristi se i staklena ambalaža različitih oblika i veličina. Boce od zelenog i tamno obojenog stakla posjeduju dobra svojstva za očuvanje boje, za razliku od prozirnih boca. Prije punjenja boce je potrebno oprati. To se provodi u uređaju za



kontinualno pranje boca toplom vodom, otopinom NaOH ili deterdžentom. Nakon pranja obavezno je ispiranje boca i vizuelna kontrola. Sok se puni u oprane još tople boce, kako bi se smanjila temperaturna razlika i spriječilo pucanje boca. Boce se zatvaraju krunskim zatvaračima ili zatvaračima sa navojem, koji se prethodno steriliziraju.



**Slika 3.** Izgled pakovine izrađene od višeslojne ambalaže (Tetra Pak, 2009)

#### 2.4.4. Skladištenje voćnog soka

Sok napunjen u ambalažu čuva se do isporuke u hladnom, suhom i tamnom prostoru, na sobnoj temperaturi.

Tijekom skladištenja može doći do nepoželjnih promjena soka kao što su smanjivanje sadržaja vitamina, promjena boje i okusa. Temperatura skladištenja je glavni čimbenik koji utječe na navedene promjene. Što je temperatura skladištenja viša, degradativne i nepoželjne promjene su izraženije. Pored snižene temperature i uklanjanja otopljenog kiseonika iz soka prije toplinske obrade ima pozitivan utjecaj na održivost okusa tijekom skladištenja soka.

## 2.5. Kontrola kvalitete voćnog soka

Pri proizvodnji kao i kontroli kvalitete voćnog soka potrebno je poznavati zakonske propise. Zakonski propisi predstavljaju osnovu pri izradi recepture i normativa, a na osnovu njih kao i ostalih naknadno utvrđenih parametara provodi se kontrola tijekom proizvodnog postupka i gotovog proizvoda.

Svaka zemlja propisuje minimalne zahtjeve za kvalitetu prehrambenih proizvoda, koji se obavezno moraju ispuniti. Na ovaj način se garantira potrošaču da će dobiti određenu kvalitetu, kvantitetu, hranjivu vrijednost i sa zdravstvenog siguran proizvod.

Propisi kontrole kvalitete odnose se na kemijski sastav proizvoda i njegova senzorska svojstva, mikrobiološku ispravnost, deklaraciju u cilju pravilnog obavještanja potrošača i ambalažu.

Način deklariranja kao i sastojke koji se moraju deklarirati također propisuju zakonske odredbe pravilnika. Na taj način se postiže i ujednačenost, što olakšava kupcu informiranje. Osim ispravnog naziva proizvoda, na deklaraciji moraju biti svi sastojci koji će upoznati potrošača o sastavu, datum proizvodnje, dodane arome i konzervansi te dodano sredstvo za zaslađivanje.

Ambalaža mora biti dobro oprana, prikladna za vrstu proizvoda, propisno zaštićena, naročito s unutrašnje strane zbog mogućnosti reakcija sa sastojcima iz proizvoda. Oblik i veličinu ambalaže određuju sami proizvođači. Ambalaža ne smije biti oštećena. Zatvaranje mora biti pravilno izvedeno bez ikakvih oštećenja (Lovrić i Piližota, 1994; Somogyi i sur., 1996; Jongen, 2002).

### 2.5.1. Kemijske analize

Kemijski sastav pića na bazi voća kontrolira se provjerom sadržaja suhe tvari. Sadržaj suhe tvari mjeri se pomoću optičke sprave, refraktometra. Sadržaj suhe tvari je osnovni podatak pomoću kojeg se vrlo brzo i prilično pouzdano stječe uvid u ispravnost proizvoda, njegovu hranjivu i senzorsku vrijednost. To je količina rastvornih sastojaka, koja je kao donja granica propisana i ukoliko nema promjena u sadržaju svih komponenti može se pretpostaviti da proizvod ima svoja prvobitna svojstva. Minimalan sadržaj suhe tvari:

- za voćne sokove 12% osim za jabuku 10 i grožđe 15%
- koncentrirani voćni sok 45% osim koncentriranog soka limuna, jagode i maline 32%

Za koncentrirane sokove od limuna, jagode i maline napravljen je izuzetak. Za limun zbog velikog sadržaja kiselina, koje pri većoj koncentraciji djeluju negativno na sastav, a malina i jagoda sadrže vrlo osjetljive obojane materije pa se pri dužem zagrijavanju i koncentriranju gubi boja.

Sadržaj šećera, koji sačinjava najveći dio suhe tvari također predstavlja pokazatelj kvalitete (tablica 2).

**Tablica 2.** Najmanje vrijednosti stupnjeva brix-a za rekonstruirani voćni sok (NN, 46/07)

Naziv voća	Botanički naziv	Stupnjevi Brix-a
Jabuka	<i>Malus domestica</i>	11,2
Marelica	<i>Prunus armeniaca</i>	11,2
Crni ribiz	<i>Ribes nigrum</i>	11,6
Grožđe	<i>Vitis vinifera</i>	15,9
Grejp	<i>Citrus x paradise</i>	10,0
Guava	<i>Psidium guajava</i>	9,5
Limun	<i>Citrus limon</i>	8,0
Mango	<i>Mangifera indica</i>	15,0
Naranča	<i>Citrus sinensis</i>	11,2
Višnja	<i>Prunus cerasus</i>	13,5
Breskva	<i>Prunus persica</i>	10,0
Kruška	<i>Pyrus communis</i>	11,9
Ananas	<i>Ananas comosus</i>	12,8
Jagoda	<i>Fragaria x ananassa</i>	7,0

Ukoliko je voćni sok od koncentriranog voćnog soka proizveden od voća koje nije navedeno u tablici, minimalna vrijednost stupnjeva Brix-a rekonstituiranog soka je vrijednost stupnjeva Brix-a soka koji je izdvojen iz voća upotrijebljenog za proizvodnju koncentriranog voćnog soka. (NN, 46/07)

Posebno su strogi propisi za sadržaj onih sastojaka koji se sa zdravstvenog gledišta ne smiju naći u većim količinama u proizvodu. To su konzervansi, teški metali i za neke proizvode pesticidi. Korištenje kemijskih konzervansa u proizvodnji sokova od voća je zabranjeno.

Osim provjera udjela suhe tvari pod kemijsku analizu spada i provjera pH-vrijednosti. pH-vrijednost je mjera kiselosti otopine. Definirana je kao negativni logaritam množinske koncentracije vodikovih (oksonijevih) iona. Provjera pH vrijednosti provodi se uz pomoć pH metra. Kao i kod udjela suhe tvari svaka vrsta soka ima propisanu pH-vrijednost koja se kontrolira tokom cijele proizvodnje.

### 2.5.2. Mikrobiološka ispravnost voćnog soka

Mikrobiološka ispravnost je propisana posebnim pravilnikom. Utvrđuje se ukupnim brojem živih mikroorganizama, prisustvom određenih vrsta patogenih bakterija (kao što su bakterija tipa *E. coli*, i dr.). Mikrobiološko kvarenje može se vizualno utvrditi kao što je to slučaj sa pljesnivošću i vrenjem. Bakterije, osim bakterija mliječno kiselog vrenja, koje stvaraju ugljični dioksid, ne pokazuju pri manjem razvitku nikakve vidljive promjene. U svim ovim slučajevima potrebno je provesti mikrobiološku analizu (Lovrić i Piližota, 1994; Somogyi i sur., 1996; Jongen, 2002).

Razvitkom mikroorganizama, mijenja se i kemijski sastav što se dokazuje kemijskim analizama ( udio suhe tvari, sadržaj kiselina). Promjene nastaju i u okusu i mirisu, a vrlo često nastaje i talog. Zbog toga se pojava taloga, prema propisima, uzima kao nedostatak, osim u izuzetnim slučajevima.

**Tablica 3.** Područje razvoja mikroorganizama prema pH-vrijednosti

Grupa mikroorganizama	pH
Plijesni	1,5 - 9
Kvasci	2 – 8,5
Bakterije octene kiseline	2,8 - 8
Bakterije mliječne kiseline	3 – 6,9
Crijeвне bakterije	3,9 – 9,1
Sporogene bakterije i stafilokoki	4,8 – 9,1

Kod mikrobiološke analize soka od voća primjenjuju se brojne metode kojima se osigurava kontrola kvalitete proizvoda. Kod mikrobiološke kontrole vode koja se koristi u proizvodnji određuju se ukupni broj heterotrofnih mikroorganizama, ukupne koliformne

bakterije i prisutnost bakterije *Pseudomonas aeruginosa*. Kod provjere mikrobiološke ispravnosti ostalih sirovina kao i gotovog proizvoda određuje se prisutnost kvasaca, plijesni te sporogenih bakterija.

### 2.5.3. Određivanje senzorskih svojstva voćnog soka

Senzorska svojstva poput vanjskog izgleda, boje, okusa, mirisa i teksture ključni su u određivanju prihvatljivosti hrane. Najbolji način mjerenja tih svojstava su senzorski analitičari. Oni mjere sveopću prihvatljivost ili kvalitetu proizvoda, određuju da li su neki proizvodi slični ili različiti te mjere intenzitet određene značajke. Senzorski analitičari su posebno 'trenirana' skupina ljudi za provođenje senzorske analize, a mogu biti i najobičniji potrošači (skupina koja nije trenirana). Senzorska svojstva – okus, miris i boja, prema propisima, moraju biti svojstveni polaznoj osnovnoj sirovini, što je vezano i za naziv proizvoda, i za tvari ukoliko se dodaju. Bilo kakav stran okus ili miris mjerilo su loše kvalitete proizvoda. Do promjene okusa i mirisa može doći kod loše kvalitete osnovne sirovine kao i pomoćnih materijala, nastalih mikrobioloških procesa (pljesnivost, vrenje) ili naknadnih kemijskih reakcija pri dužem skladištenju.

### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. Materijali

Za istraživanje korišteni su slijedeći materijali:

- Uzorak vodovodne vode iz gradske mreže, te uzorak iste te vode nakon procesa omekšavanja
- 0,1M Kompleksal III za titraciju pri određivanju tvrdoće vode
- Hranjivi agar za određivanje ukupnog broja mikroorganizama (Plate count agar “Biokor diagnostic” BK144HA)
- Endo agar za izolaciju i brojanje ukupnih koliformnih bakterija (“Biokor diagnostic” BK057HA)
- Pseudomonas selective agar za dokazivanje prisutnosti bakterije Pseudomonas aeruginosa (CETRIMIDE agar „Biokor diagnostic“ BK049HA)
- Uzorak šećerovine (bijeli šećer otopljen u omekšanoj vodi) „Viro“ Tvornica šećera d.d.
- Koncentrat Marelice (Döhler)
- Koncentrat Jabuke (Pik Vinkovci)
- Aroma jabuke (Agrana)
- Uzorak soka (Juicy Jabuka)
- Wort agar pri dokazivanju prisutnosti kvasaca i plijesni („Biokor diagnostic“ BK013HA)

## 3.2. Metode rada

### 3.2.1. Kontrola kvalitete sirovina

#### *Određivanje tvrdoće vode*

Ovom metodom određuje se ukupna tvrdoća vode, te se na temelju rezultata utvrđuje je li potrebna regeneracija kolone ionske izmjene. (APHA-AWWA-WPCF 1998)

Nakon što se provjeri koji je ionski izmjenjivač u funkciji, otvori se ventil za uzorkovanje i pusti voda da ističe 15 sekundi. Nakon 15 sekundi uzima se uzorak od 100 mL vode u Erlenmayerovu tikvicu. Isti postupak primjenjuje se pri uzimanju vode iz vodovodne mreže. Uzorku vode od 100 mL dodaje se Dispensorom 5 mL puferne otopine i na vrh špatule kruti indikator Eriokrom crno T. Smjesa se titrira 0,1M kompleksalom III do prelaska crvene boje u izrazito plavu, zatim se očitava utrošak kompleksala III. Tvrdoća vode se izračuna prema formuli:

$$\text{mL } 0.1\text{M kompleksala III} \times 5.6 = \text{°nj UT}$$

#### *Mikrobiološka kontrola vode*

Mikrobiološka kontrola vode radi se uz pomoć Sartorius lijevka za vakuum filtraciju. Koriste se tri različite hranjive podloge:

- Plate count agar (“Biokor diagnostic” BK144HA)
- Endo agar (“Biokor diagnostic” BK057HA)
- PSA (CETRIMIDE agar „Biokor diagnostic“ BK049HA)

#### a. Ukupan broj mikroorganizama na 37°C

Ovom metodom provodi se određivanje ukupnog broja heterotrofnih mikroorganizama membranskom filtracijom uzorka vode. (HR EN ISO 6222:2000)

*aparatura:* Uređaj za filtraciju (sastoji se od lijevka cilindričnog oblika, stativa i poroznog filtra), vakuum pumpa, Woulfova boca, plamenik, mikrobiološka pinceta, Petrijeve zdjelice, membrane za filtraciju 0,2 μm

*podloga:* Hranjivi agar (Plate count agar “Biokor diagnostic” BK144HA)

*postupak:* Prvo se provede sterilizacija metalnih dijelova spaljivanjem pomoću plamenika. Membrana se postavi sterilno pincetom na prozirni filtracijski dio. Na membranu se postavi lijevak i pričvrsti se zatvarač. Okomito na cijev zatvori se pipac na stativu. Uzorak vode ulije se u lijevak, a grlić boce s uzorkom predhodno se spali. Nakon tog postupka pripreme uključi se pumpa i otvori pipac na stativu te se provodi filtracija. Kad proces završi zatvori se pipac na stativu i isključi pumpa. Metalni dijelovi se rasklope. Sterilno se skine membrana pomoću pincete i postavi se u Petrijeve zdjelice s podlogom. Petrijeve zdjelice se zatim stave na inkubaciju na 37°C kroz 48h.

b. Ukupne koliformne bakterije

Ovom metodom provodi se određivanje broja fekalnih koliformnih bakterija membranskom filtracijom uzorka vode. (HR EN ISO 9308:2000)

*aparatura:* Uređaj za filtraciju (sastoji se od lijevka cilindričnog oblika, stativa i poroznog filtra), vakuum pumpa, Woulfova boca, plamenik, mikrobiološka pinceta, Petrijeve zdjelice, membrane za filtraciju 0,45µm

*podloga:* Endo agar (“Biokor diagnostic” BK057HA)

*postupak:* Prvo se provodi sterilizacija metalnih dijelova spaljivanjem pomoću plamenika, zatim se postavi membrana sterilnom pincetom na porozni filtracijski dio. Na membranu se postavi lijevak i pričvrsti se zatvarač. Uzorak vode ulije se u lijevak, a grlić boce s uzorkom predhodno se spali. Uključi se pumpa i provodi filtracija. Nakon provedene filtracije zatvori se pipac na stativu i isključi pumpa. Metalni dijelovi se rasklope. Sterilno se skine membrana pomoću pincete i postavi se u Petrijeve zdjelice s podlogom. Petrijeve zdjelice se zatim stave na inkubaciju na 37°C kroz 24h

c. *Pseudomonas aeruginosa*

Ovom metodom provodi se dokazivanje prisutnosti bakterije *Pseudomonas aeruginosa* membranskom filtracijom uzorka vode. (HR EN ISO 16266:2000)

*aparatura:* Uređaj za filtraciju (sastoji se od lijevka cilindričnog oblika, stativa i poroznog filtra), vakuum pumpa, Woulfova boca, plamenik, mikrobiološka pinceta, Petrijeve zdjelice, membrane za filtraciju 0,45µm

*podloga:* Pseudomonas selective agar (CETRIMIDE agar „Biokor diagnostic“ BK049HA)



*postupak:* Prvo se provede sterilizacija metalnih dijelova spaljivanjem pomoću plamenika. Membrana se postavi sterilno pincetom na prozirni filtracijski dio. Na membranu se postavi lijevak i pričvrsti se zatvarač. Okomito na cijev zatvori se pipac na stativu. Uzorak vode ulije se u lijevak, a grlić boce s uzorkom predhodno se spali. Nakon tog postupka pripreme uključi se pumpa i otvori pipac na stativu te se provodi filtracija. Kad proces završi zatvori se pipac na stativu i isključi pumpa. Metalni dijelovi se rasklope. Sterilno se skine membrana pomoću pincete i postavi se u Petrijeve zdjelice s podlogom. Petrijeve zdjelice se zatim stave na inkubaciju na 37°C kroz 24h.

#### *Provjera mikrobiološke ispravnosti baze i šećerovine*

Mikrobiološka kontrola baza i šećerovine određuje se metodom razlijevanja podloga. (HRN EN ISO 4833:2008)

*aparatura:* Vodena kupelj, Sterilna komora, Petrijeve zdjelice, Pipete, Plamenik, Boca sa uzorkom

*podloga:* Wort agar („Biokor diagnostic“ BK013HA)

*postupak uzorkovanja:* Bočice za uzorkovanje prethodno steriliziramo u autoklavu. Prije početka proizvodnje izuzima se uzorak baze ( konc. soka ili pirea) i šećerovine u sterilnu bočicu. Bočici se spaljuje grlo te se sprema u hladnjak do naciepljivanja.

*postupak naciepljivanja:* Naciepljivanje sirovina obavezno se radi u sterilnoj komori. Najprije treba termostatirati Wort agar u vodenoj kupelji na 44-46°C. Prije izuzimanja uzorka, bočici obavezno spaliti grlo te sterilnom tehnikom rada pipetom prenijeti uzorak u Petrijevu zdjelicu. Zaliti prenešeni uzorak Wort agarom, homogenizirati i ostaviti da se ohladi. Kad se ohladi staviti na inkubaciju na temperaturu od 30°C / 3-5 dana.

#### *Kontrolna provjera pH-vrijednosti sirovina*

U kontrolnom laboratoriju vrše se mjerenja pH-vrijednosti. pH-vrijednost se mjeri u bazama, koncentratima, pireima i aromama prije same proizvodnje. (HR EN ISO 10523:1998)

*postupak:*

*Mjerenje pH-vrijednosti:* pH-vrijednost mjeri se na način da se u uzorak baze ili arome uroni pH metar koji je redovito baždaren puferima poznate pH-vrijednosti te se očitava vrijednost.

### *Kontrolna provjera udjela suhe tvari u sirovinama*

Suhu tvar u kontrolnom laboratoriju mjeri se na svježe pripremljenoj šećerovini, bazama, koncentratima, pireima i aromama. (interna metoda Jamnica.d.d., Getaldićeva 3, Zagreb)

Mjerenje °BRIXA: Stupnjevi brix, mjere se pomoću refraktometra. Refraktometar je optička sprava, koja pokazuje postotak suhe tvari u nekom proizvodu. Postupak je slijedeći; uzorak, ovisno o njegovoj temperaturi, se zagrijava ili hladi na temperaturu od 20°C te se kapne par kapi na, za to, predviđeno mjesto na digitalnom refraktometru, ili se s par kapi uzorka prelije staklo optičkog refraktometra i očitava rezultat. Refraktometar je potrebno svaki puta prije mjerenja testirati destiliranom vodom čiji je postotak suhe tvari jednak nuli.

### 3.2.2 Kontrola kvalitete gotovog proizvoda

#### *Provjera pH-vrijednosti i udjela suhe tvari u svježe pripremljenom soku*

U kontrolnom laboratoriju vrše se mjerenja pH-vrijednosti i određivanje udjela suhe tvari u svježe pripremljenom soku prije daljnje obrade i puštanja u punjač. Kontrola se provodi predhodno opisanim metodama kod *Kontrolne provjere pH-vrijednosti i Kontrolne provjere udjela suhe tvari u sirovinama*.

*aparatura*: Laboratorijske čaše, termometar, pH metar, refraktometar

*postupak*: Nakon određenog vremena koje je potrebno da se sastojci soka u potpunosti izmiješaju na otvoru tanka uzima se uzorak na način da se prva, mala količina soka koja prolazi otvorom, baci, a slijedeća uzima za uzorak u kontrolni laboratorij. Uzorak se zagrijava na temperaturu od 20°C te se na njemu vrše mjerenje pH-vrijednosti koristeći baždareni pH metar i mjerenje količine suhe tvari koristeći refraktometar.

#### *Kontrole prilikom procesa pasterizacije*

Pojam vruće punjenje podrazumjeva punjenje vrućeg pasteriziranog proizvoda temperature veće od 85 °C u odgovarajuću ne sterilnu i ne aseptičku ambalažu, tj. vrući sok koristi se kao sredstvo za uništenje mikroorganizama prisutnih na unutrašnjoj površini ambalaže - spremnika u koji se puni sok. Za učinkoviti postupak vrućeg punjenja potrebna je odgovarajuća temperatura punjenja i vrijeme zadržavanja vrućeg proizvoda u ambalaži.

Pošto je pasterizacija jedan od najbitnijih koraka cjelokupnog procesa proizvodnje, stalne kontrole su neizostavne.

Metode kontrole prilikom procesa pasterizacije propisane su internim pravilnikom (Jamnica d.d., Getaldićeva 3, Zagreb). Kontrole se provode svakih sat vremena.

Prilikom procesa pasterizacije prvo se kontrolira temperatura nakon sterilizacije bočica, zatim temperatura nakon punjenja u sterilizirane bočice. Kao instrument mjerenja koristi se termometar. Slijedeća temperatura koja se kontrolira je temperatura same pasterizacije. Nakon nje slijede temperature predhlađenja i hlađenja. Osim temperatura provodi se kontrola vakuuma koristeći barometar, pri čemu se dokazuje uspješnost provedenog postupka pasterizacije.

#### *Mikrobiološka kontrola gotovog proizvoda*

Mikrobiološka kontrola gotovog proizvoda provodi se naciepljivanjem uzoraka soka nakon 5 dana odležavanja na 30°C. (HRN EN ISO 4833:2008)

Metoda se primjenjuje za određivanje broja plijesni, kvasaca i sporogenih bakterija u gotovom proizvodu.

*aparatura:* Vodena kupelj, Petrijeve zdjelice, Pipeta, Plamenik, Termostat

*postupak uzorkovanja:* Tijekom proizvodnje, uzimaju se 2 paralelna uzorka napunjenih brickova (1L ili 0,5L) odnosno boca (0,2L).

*podloga:* Wort agar („Biokor diagnostic“ BK013HA)

*proces odležavanja uzoraka:* Uzorci izuzeti tijekom proizvodnje stavljaju se pet dana na inkubaciju u prostoriju konstantno zagrijanu na 30°C.

*postupak naciepljivanja:* Naciepljivanje soka obavezno se radi u sterilnoj komori. Termostatira se Wort agar u vodenoj kupelji na 44-46°C, zatim se sterilno otpipetira 1 ml uzorka u Petrijevu zdjelicu. Lagano se promiješa podloga i uzorak u Petrijevoj zdjelici i ostavi da se ohladi. Petrijeve zdjelice s podlogom agara stave se na inkubaciju na 30°/3-5 dana

#### 3.2.3. Senzorska procjena gotovog proizvoda

Senzorska procjena provodi se internom metodom (Jamnica d.d., Getaldićeva 3, Zagreb)

Prije puštanja gotovog proizvoda na tržište, osim svih navedenih kontrola, provodi se i senzorska kontrola. Pod senzorsku kontrolu soka spadaju procjene okusa, mirisa, boje,

bistroće i pjenjenja. Senzorska procjena uvijek se izvodi na tri uzorka. Intenzitet svojstva mjeri se linearnom ljestvicom od 0 – 5, gdje 0 označava da svojstvo nije izraženo dok 5 označava da je svojstvo jako izraženo.

## 4. REZULTATI

### 4.1. Kakvoća sirovina za proizvodnju voćnog soka

**Tablica 4.** Tvrdoća vode prije i nakon omekšavanja

	Utrošak 0.1M kompleksala III/ mL x 5.6			$N_{\min} - N_{\max}$	N	$\sigma$
	Vodovodna voda	9,8	9,6	9,9	9,6 – 9,9	9,8
Voda nakon omekšavanja	2,52	2,41	2,70	2,41 – 2,52	2,54	$\pm 0,1464$

**Tablica 5.** Mikrobiološka ispravnost vode za pripremu voćnog soka

Metoda	Podloga	Inkubacija	Broj naraslih mikroorganizama./ 3 uzorka			Srednja vrijednost
Ukupan br. mikroorganizama	Hranjivi agar	37°C / 48 h	0	0	0	0
Ukupne koliformne bakterije	Endo agar	37°C / 24 h	0	0	0	0
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Pseudomonas</i> selective agar	37°C / 24 h	0	0	0	0

**Tablica 6.** pH-vrijednosti sirovina za pripremu voćnog soka (voćna baza, aroma i šećerovina)

Uzorak	Zadani pH	Izmjereni pH			$N_{\min} - N_{\max}$	N	$\sigma$
Voćna baza	3,1 – 3,2	3,1	3,1	3,2	3,1 – 3,2	3,1	$\pm 0,0577$
Aroma	3,5 – 3,7	3,7	3,6	3,7	3,6 – 3,7	3,7	$\pm 0,0577$
Šećerovina	-	-	-	-	-	-	-

**Tablica 7.** Udjel suhe tvari u sirovinama za pripremu voćnog soka (voćna baza, aroma i šećerovina)

Uzorak	Zadani °bx	Izmjereni °bx			$N_{\min} - N_{\max}$	N	$\sigma$
Voćna baza	69 - 71	69,9	70	70	69,9 – 70	70	$\pm 0,0577$
Aroma	15,1 – 15,3	15,2	15,1	15,2	15,1 – 15,2	15,2	$\pm 0,0577$
Šećerovina	50	50	49,9	50	49,9 - 50	50	$\pm 0,0577$

**Tablica 8.** Mikrobiološka ispravnosti sirovina za pripremu voćnog soka (voćna baza i šećerovina)

	Podloga	Inkubacija	Kvassci i plijesni (3 uzork)a			Srednja vrijednost Kvasci i plijesni
			0	0	0	
Voćna baza	Wort agar	30°C / 3-5 dana	0	0	0	0
Šećerovina	Wort agar	30°C / 3-5 dana	0	0	0	0

## 4.2. Kakvoća svježe pripremljenog soka

**Tablica 9.** pH -vrijednosti svježe pripremljenog soka

Uzorak	Zadani pH	Izmjereni pH			$N_{\min} - N_{\max}$	N	$\sigma$
Sok od jabuke	3,4	3,5	3,4	3,4	3,4 – 3,5	3,4	$\pm 0,0577$

**Tablica 10.** Udjel suhe tvari u svježe pripremljenom soku od jabuke

Uzorak	Zadani °bx	Izmjereni °bx			$N_{\min} - N_{\max}$	N	$\sigma$
Sok od jabuke	11,2	11,1	11,2	11,2	11,1 – 11,2	11,2	$\pm 0,0577$



### 4.3. Kontrola procesa pasterizacije voćnog soka

Tablica 11. Pokazatelji ispravnosti procesa pasterizacije

	Zadano	Izmjereno			$N_{\min} - N_{\max}$	N	$\sigma$
T/°C nakon sterilizacije bočica	70 – 85 °C	80°C	79°C	81°C	79 – 80	80°C	±1
T/°C nakon punjenja	70 – 85 °C	82°C	83°C	83°C	82 – 83	83°C	±0,5773
T/°C pasterizacije bočica	80 ± 7 °C	79°C	78°C	77°C	77 – 79	78°C	±1
T/°C predhlađenja	30 – 67 °C	42°C	40°C	41°C	40 – 42	41°C	±1
T/°C hlađenja	20 – 50 °C	30°C	29°C	29°C	29 – 30	29°C	±0,5773
Provjera vakuuma	-0,5 bara	-0,5 bara	-0,5 bara	-0,5 bara	-0,5 - -0,5	-0,5 bara	±0

#### 4.4. Pokazatelji kakvoće gotovog voćnog soka

Tablica 12. Rezultati mikrobiološke kontrole gotovog proizvoda

	Podloga	Inkubacija	Kvasci i plijesni (3 uzorka)			Srednja vrijednost Kvasci i plijesni
Gotovi proizvod	Wort agar	30°C / 3-5 dana	0	0	0	0

Tablica 13. Senzorska svojstva voćnog soka (okus, miris, boja, bistroća i pjenjenje)

Senzorsko svojstvo	Opis	Ocjena
Okus	Ugodno kiseo, ne presladak, osvježavajući, bez komadića ili grudica, fine konzistencije u ustima	4
Miris	Miris svježe zelene jabuke, ugodno osvježavajući, kiselkast, znatno izražen	5
Boja	Svjetle, zlatno – žute boje,	2
Bistroća	Skoro potpuna bistroća, bez ikakvih замуćenja	5
Pjenjenje	Slabo se pjeni	1

## 5. RASPRAVA

Tehnološki proces proizvodnje voćnog soka vrlo je složen. Sok se proizvodi primjenom odgovarajućih procesa kojima se zadržavaju esencijalne fizikalne, kemijske, senzorske i prehrambene karakteristike prosječne vrste soka od voća od kojega potječe. Osnovni proces proizvodnje soka uključuje pripremu soka preko pripreme vode, šećerovine, aroma, koncentrata te njihovo miješanje. Zatim slijede ništa manje važne pasterizacija pripremljene mješavine te punjenje u sterilnim uvjetima. Uz osnovne procese proizvodnje provodi se niz kontrolno analitičkih i mikrobioloških provjera kvalitete i sastava proizvoda.

Korištenjem raznih metoda provedena su ispitivanja na sirovinama, poluproizvodu, gotovom proizvodu ali i kontrole kvalitete tokom cjelokupnog procesa proizvodnje. Ova ispitivanja provedena su kako bi se utvrdilo provodi li se cjelokupni proces pravilno, te kako bi se istaknula važnost kontrole kvalitete tokom cjelokupnog procesa proizvodnje.

### 5.1. Kakvoća sirovina za proizvodnju voćnog soka

Ukupna tvrdoća vode iz vodoopskrbne mreže iznosila je 9,8°nj što ne odgovara pravilniku koji propisuje da vrijednost ukupne tvrdoće vode za proizvodnju voćnih sokova mora biti 0-4°nj. Nakon što je vodovodna voda puštena preko ionskog izmjenjivača njezina ukupna tvrdoća se smanjila na 2,54°nj što je u granici propisane vrijednosti. (tablica 4)

Rezultati mikrobiološke kontrole ukupnog broja heterotrofnih mikroorganizama na 37°C bili su negativni, što znači da nakon inkubacije od 48 sati na temperaturi od 37°C nije bilo poraslih mikroorganizama. Kod određivanja ukupnih koliformnih bakterija, na hranjivoj podlozi nakon inkubacije od 24 sata na 37°C također nije ništa poraslo. U uzorku vode koji je bio u inkubaciji od 24 sata, na 37°C nije bila prisutna bakterija *Pseudomonas aeruginosa*. Voda je ispravna, i smije se koristiti u daljnjem tehnološkom procesu proizvodnje. (tablica 5)

Prilikom mjerenja pH-vrijednosti sirovina mjerenje se ponavljalo tri puta gdje je srednja pH-vrijednost voćne baze iznosila 3,1. Srednja pH vrijednost arome iznosila je 3,7 što je bilo u zadanim granicama.

Srednja vrijednost udjela suhe tvari u voćnoj bazi nakon tri mjerenja iznosila je 70°bx, u aromi 15,2°bx, a u šećerovini 50°bx što je bilo u zadanim granicama. Mjerenje se provodilo na 20°C.

Kod provjere mikrobiološke ispravnosti ostalih sirovina osim vode kontrolirani su uzorci šećerovine i baze. Uzorci su nacijepljeni na wort agaru bili na inkubaciji od 30°C 3-5 dana.

Nakon inkubacije, očitani rezultati su bili negativni, što znači da nije bilo poraslih kvasaca i plijesni. (tablica 8)

## **5.2. Kakvoća svježe pripremljenog soka**

Kao uzorak korišten je sok od jabuke, gdje je izmjereni pH iznosio 3,4 što je u zadanoj granici, a udio suhe tvari mjerenjem na 20°C iznosio je 11,2°bx (tablica 9 i 10). Izmjerene vrijednosti odgovaraju parametrima za zadani proizvod

## **5.3. Kontrola procesa pasterizacije voćnog soka**

Pasterizacija je jedan od najvažnijih koraka u proizvodnji voćnog soka. Temperatura nakon toplinske obrade bočica, odnosno ambalaže iznosila je 80°C. Temperatura nakon punjenja soka u ambalažu iznosila je 83°C, a pasterizacije 78°C. Nakon toga uslijedilo je predhlađenje na 41°C i hlađenje na 29°C. Sve temperature bile su u zadanim granicama. Provjera vakuuma provedena je na tri uzorka gdje je u sva tri slučaja iznosila -0,5 kako je i zadano (tablica 11).

## **5.4. Pokazatelji kakvoće gotovog voćnog soka**

Nakon što je uzorak gotovog proizvoda odležao 3-5 dana na inkubaciji od 30°C provedeno je očitavanje rezultata. Na hranjivoj podlozi, Wort agaru, nije bilo poraslih kvasaca ni plijesni u sva tri uzeta uzorka. Ovo pokazuje da je proizvod pravilno pasteriziran i napunjen u bočice.

Kao senzorska svojstva gotovog proizvoda soka od jabuke uzeti su u obzir okus, miris, boja, bistroća i pjenjenje. Svojstva su se prema jačini izraženosti ocjenjivala bodovima od 1 do 5. Gdje je okus kao ugodno kiseo, ne presladak, osvježavajući, bez komadića ili grudica te fine konzistencije u ustima dobio ocjenu 4. Miris je opisan kao miris svježe zelene jabuke, ugodno osvježavajući, kiselkast, znatno izražen te je dobio ocjenu 5. Boja je opisana kao svjetla, zlatno žuta, nije previše izražena pa je ocjena za izraženost u ovom slučaju 2. Bistroća je skoro potpuna, bez ikakvih zamućenja, ocjenjena je s 5 bodova. Pjenjenje soka od jabuke je zanemarivo i skoro pa ne izraženo, za to senzorsko svojstvo data je ocjena 1. Inače pjenjenje nije svojstvo koje je bitno za ovu vrstu voćnog soka.

## 6. ZAKLJUČCI

Na osnovu dobivenih rezultata tijekom kemijskih i mikrobioloških analiza sirovina, poluproizvoda i gotovog proizvoda, kao i rezultata senzorske analize gotovog proizvoda mogu se donijeti slijedeći zaključci:

1. Vodovodna voda ima previsoki stupanj ukupne tvrdoće da bi se mogla koristiti kao sirovina za proizvodnju soka, te je neophodan proces omekšavanja što je uspješno i provedeno preko ionskih izmjenjivača.
2. Uzorci vode kao sirovine za proizvodnju soka mikrobiološki su ispravni, gdje nakon inkubacije nije bilo poraslih mikroorganizama. Voda se kao takva smije koristiti u daljnjem procesu proizvodnje.
3. Voćne baze i šećerovina bili su mikrobiološki ispravni za pripremu voćnog soka.
4. Vrijednosti udjela suhe tvari te pH-vrijednosti uzoraka baze, arome i šećerovine u zadanim su granicama i odgovaraju propisanim vrijednostima.
5. Izmjereni pH-vrijednost i udio suhe tvari u svježe pripremljenom soku odgovaraju zadanim vrijednostima predviđenim proizvođačkoj specifikaciji.
6. Proces pasterizacije je uspješno proveden i nije bilo pada temperature tijekom procesa..
7. Gotovi voćni sok od jabuke napunjen u staklenu ambalažu nije sadržavao kvasce i plijesni što pokazuje njegovu mikrobiološku ispravnost.
8. Gotovi proizvod je dobio visoke senzorske ocjene.

## 7. LITERATURA

1. APHA-AWWA-WPCF, 1998: *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, 20th edition.
2. Ashurst, P., Hargitt, R. (2009): *Soft Drink and Fruit Juice Problems Solved*, Woodhead Publishing, Cambridge.
3. FAO (2014). Food Outlook, Biannual Report on Global Food Markets. May 2014. [http://www.earthobservations.org/documents/geoglam/201405\\_fao\\_outlook.pdf](http://www.earthobservations.org/documents/geoglam/201405_fao_outlook.pdf).  
Pristupljeno: 27 studeni 2014.
4. Horváth-Kerkai, E. (2006). Manufacturing Fruit Beverages, *Handbook of Fruits and Fruit Processing*, (ur), Blackwell Publishing, Iowa, USA, 205 - 2016.
5. HR EN ISO 10523:1998, Određivanje pH-vrijednosti.
6. HR EN ISO 16266:2008, Detekcija i brojenje *Pseudomonas aeruginosa*.
7. HR EN ISO 4833:2008, Horizontalna metoda za dokazivanje prisutnosti i brojanje bakterija iz porodice *Enterobacteriaceae*.
8. HR EN ISO 6059:1998, Određivanje sume kalcija i magnezija, Volumetrijska metoda s EDTA.
9. HR EN ISO 6222:2000, Kakvoća vode, Brojenje uzgojenih mikroorganizama, Broj kolonija nacjepljivanjem na hranjivi agar.
10. ISO 9308-1:2000, Detection and enumeration of *Escherichia coli* and coliform bacteria.
11. Jongen, W., 2002: *Fruit and vegetable processing*, CRC Press, New York.
12. Lovrić T., Piližota V., 1994: *Konzerviranje i prerada voća i povrća*, Globus, Zagreb.
13. Niketić - Aleksić G., 1988: *Tehnologija bezalkoholnih pića*, Beograd.
14. Pravilnik o prehrambenim aditivima, Narodne Novine«, br. 46/07.
15. Pravilnik o voćnim sokovima i nektarima te njima srodnim proizvodima., Narodne Novine, br. 152/05.
16. Somogyi, L.P., Ramaswamy, H.S., Hui, Y.H. 1996: *Processing Fruits*, Science and Technology, Technomic Publishing Company, Lancaster.
17. Tetra Pak (2009): From fruit to the packaged product, Tetra Pak Magazine, 97, 26 – 34.
18. Tetra Pak Processing Systems AB (2004): *The Orange Book*, Tetra Pak Processing Systems AB, Sweden.