

# Elaborat tehničko-tehnološkog rješenja pogona za preradu kestena i proizvodnju kesten pirea

---

Šarlija, Barbara

Master's thesis / Diplomski rad

2019

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology / Sveučilište u Zagrebu, Prehrambeno-biotehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:809883>

*Rights / Prava:* [Attribution-NoDerivatives 4.0 International/Imenovanje-Bez prerada 4.0 međunarodna](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-24**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Food Technology and Biotechnology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

# DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2019.

Barbara Šarlija  
635/PI

**ELABORAT TEHNIČKO-  
TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA  
POGONA ZA PRERADU KESTENA  
I PROIZVODNJU KESTEN PIREA**

Rad je izrađen u Kabinetu za tehnološko projektiranje na Zavodu za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Sandra Balbino, Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.

## **ZAHVALA**

Ovim putem se zahvaljujem svojoj dragoj mentorici izv.prof.dr.sc. Sandri Balbino na pruženoj pomoći, stručnim savjetima te iskazanom strpljenju pri prekoceanskoj izradi ovog rada.

Veliko hvala mom zaručniku na pruženoj moralnoj podršci i ljubavi prilikom zadnjih godina studiranja te izrade ovog rada.

Zahvalila bih se također mom bratu koji je bio uz mene i pružao mi moralnu podršku tijekom svih godina studiranja tako i na samom kraju.

I na kraju jedno najveće hvala mojim dragim roditeljima, Mariji i Vencislavu, koji su bili uz mene od početka do kraja moga studiranja, i bez čije podrške ova diploma ne bi bila ni postignuta.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Zavod za prehrambeno-tehnološko inženjerstvo  
Kabinet za tehnološko projektiranje

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

### ELABORAT TEHNIČKO-TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA POGONA ZA PRERADU KESTENA I PROIZVODNJU KESTEN PIREA

*Barbara Šarlija, 635/PI*

**Sažetak:** *Europski kesten (Castanea sativa Mill.) je rasprostranjen na području Hrvatske na mjestima srednje nadmorske visine te na područjima gdje prevladava kiselo tlo. Kesten kao namirnica odgovara trenutnim potrebama potrošača koji teže konzumaciji biološki aktivnim tvarima, a koje su osnove zdrave prehrane. Cilj ovog rada je izrada elaborata tehničko-tehnološkog rješenja pogona za preradu kestena te je opisan tehnološki postupak proizvodnje kesten pirea. Tehnološki opis proizvodnje prikazan je tekstualno i pomoću blok-shema uz potrebne strojeve i tehnološku opremu. S obzirom na zahtjeve proizvodnje određena je makrolokacija i mikrolokacija te ukupna materijalna i energetska bilanca. Efikasnost, ekonomičnost i visoko higijensko-sanitarni nivo postignuti su sprječavanjem mogućnosti križanja putova te kontakta proizvodnog i neproizvodnog osoblja.*

**Ključne riječi:** *kesten, kesten pire, tehnološko projektiranje, tvornica za preradu kestena i proizvodnju kesten pirea*

**Rad sadrži:** 56 stranica, 16 slika, 7 tablica, 67 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku pohranjen u:** Knjižnica Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta, Kačićeva 23, Zagreb

**Mentor:** *izv.prof.dr.sc. Sandra Balbino*

**Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:**

1. Prof.dr.sc. *Branka Levaj*
2. Izv.prof.dr.sc. *Sandra Balbino*
3. Prof.dr.sc. *Verica Dragović-Uzelac*
4. Izv.prof.dr.sc. *Sanja Vidaček Filipec* (zamjena)

**Datum obrane:** 25. rujna 2019.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb  
Faculty of Food Technology and Biotechnology  
Department of Food Engineering  
Section for Food Plant Design

**Scientific area:** Biotechnical Sciences

**Scientific field:** Food Technology

### TEHNIICAL-TECHNOLOGICAL DESIGN FOR CHESTNUT PROCESSING AND CHESTNUT PUREE PRODUCTION

*Barbara Šarlija, 635/PI*

**Abstract:** *The European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) is found in the area of Croatia at mid altitude sites and in areas where acidic soil prevails. Chestnut as a foodstuff responds to the current needs of consumers who seek to consume biologically active substances which are the basis for healthy eating. The aim of this paper is to develop a study of the technical-technological solution of the chestnut processing plant and describe the technological procedure for the production of chestnut puree. The technological description of the production is shown in textual form and block diagram together with the list of necessary machinery and technological equipment. Macrolocation, microlocation, total material and energy balance, were determined according to the production requirements. Efficiency, economy and high level of hygiene and sanitation were achieved by preventing the possibility of cross-contamination and the contact of production and non-production personnel.*

**Keywords:** *Chestnut, Chestnut puree, Food plant design, Plant for chestnut processing and chestnut puree production*

**Thesis contains:** 56 pages, 16 figures, 7 tables, 67 references

**Original in:** Croatian

**Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in:** Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

**Mentor:** *PhD, Sandra Balbino, Associate Professor*

**Reviewers:**

1. PhD. *Branka, Levaj*, Full professor
2. PhD. *Sandra, Balbino*, Associate professor
3. PhD. *Verica, Dragović- Uzelac*, Full professor
4. PhD. *Sanja, Vidaček Filipec*, Associate professor (substitute)

**Thesis defended:** September 25<sup>th</sup> 2019

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD</b> .....	1
<b>2. TEORIJSKI DIO</b> .....	2
<b>2.1. TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE</b> .....	2
2.1.1. Uloga prehrambenog inženjera u tehnološkom projektiranju .....	2
2.1.2. Faze tehnološkog projektiranja .....	2
2.1.3. Zakonska regulativa .....	4
<b>2.2. KESTEN</b> .....	5
2.2.1. Tehnološke značajke plodova kestena.....	6
2.2.2. Kemijski sastav.....	8
2.2.3. Uzročnici kvarenja plodova kestena.....	9
<b>2.3. KESTEN PIRE</b> .....	11
<b>2.4. PRERADA KESTENA TE PROIZVODNJA KESTEN PIREA I PROIZVODA OD KESTENA</b> ..	12
2.4.1. Sakupljanje svježeg kestena .....	12
2.4.2. Čišćenje i kalibriranje .....	13
2.4.3. Skladištenje kestena .....	13
2.4.4. Ljuštenje kestena tehnikom Brulage ili parom.....	14
2.4.5. Proizvodnja kesten pirea.....	15
2.4.6. Konzerviranje kesten pirea .....	16
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO</b> .....	17
<b>3.1. PROJEKTI ZADATAK</b> .....	17
<b>3.2. ANALIZA SIROVINE</b> .....	18
<b>3.3. ANALIZA PROIZVODA</b> .....	19
<b>3.4. ANALIZA LOKACIJE</b> .....	20
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA</b> .....	22
<b>4.1. OPIS TEHNOLOŠKE KONCEPCIJE</b> .....	22
<b>4.2. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE KESTEN PIREA</b> .....	24
4.2.1. Sakupljanje svježeg kestena .....	25
4.2.2. Čišćenje i kalibriranje .....	25
4.2.3. Skladištenje kestena .....	27
4.2.4. Brulage .....	28
4.2.5. Proizvodnja kesten pirea od cijelog oljuštenog kestena .....	31
4.2.6. Označavanja i pakiranje u jedinična pakiranja, zamrzavanje pirea od kestena i pakiranje u transportnu ambalažu.....	32
<b>4.3. POPIS UREĐAJA I OPREME</b> .....	33
<b>4.4. POPIS PROSTORIJA I OPREME</b> .....	40
<b>4.5. MATERIJALNA BILANCA</b> .....	42
<b>4.6. ENERGETSKA BILANCA</b> .....	47
<b>4.7. PRIKAZ SLIKE (TLOCRTA)</b> .....	50
<b>5. ZAKLJUČCI</b> .....	51
<b>6. LITERATURA</b> .....	52



# 1. UVOD

Nutritivna vrijednost pitomog kestena poznata je od davnina. Kesten kao namirnica odgovara trenutnim potrebama potrošača koji teže konzumaciji hrane bogate biološki aktivnim tvarima, a koje su osnove zdrave prehrane. Hranjivi i lako probavljivi plodovi proizlaze iz kulture, koja prije svega u određenim zonama ne zahtijeva umjetna gnojiva i u potpunosti poštuje zakone zdravog (organskog) uzgoja. Pitomi kesten izrazito je cijenjen u svojoj skupini namirnica, od kojih se izdvaja zbog manje energetske vrijednosti, manjeg sadržaja masti, visoke kvalitete proteina, visokog sadržaja ugljikohidrata, visokog sadržaja kalija i niskog sadržaja natrija. Bioaktivne komponente kestena imaju brojna svojstva koja se mogu iskoristiti u medicinske svrhe. Značajne bioaktivne komponente kestena su tanini, fenolni spojevi i flavonoidi. Kesten ima nizak udjel zasićenih masnih kiselina i dosta nezasićenih masnih kiselina (Mujić, 2014).

Kesten je zbog svog sastava lako kvarljiva roba, te je podložan infekcijama. Potrebno je primijeniti određene metode konzerviranja kao što su: zamrzavanje; hlađenje; sterilizacija; čuvanje u kontroliranoj atmosferi za svježe kestene koji se koriste do čuvanja. Prilikom prerade kestena najčešće se kuha ili peče, dok je najpopularniji proizvod zaslađeni pire od kestena koji se jede samostalno ili se može koristiti u pripremi deserata (Mujić, 2014). Prema Direktivi Vijeća 2001/113/EZ od 20. prosinca 2001. „Zaslađeni kesten pire“ znači mješavina, odgovarajuće konzistencije, vode, šećera i najmanje 380 g kestena (biljne vrste *Castanea sativa*) na 1000 g konačnog proizvoda. Zaslađeni kesten pire mora sadržavati najmanje 60 % topljive suhe tvari, određene refraktometrom, uz iznimku proizvoda kod kojih je šećer djelomično ili u cijelosti zamijenjen sladilima.

Takav kemijski sastav te činjenica da sadrži malo kalorija, kesten i proizvode od kestena čini izvrsnim prehranbenim i prirodnim proizvodima (FAO, 2003). Proizvodi od kestena mogu iskoristiti potencijal tržišta u promoviranju „organske proizvodnje“ (Bounous, 2014). Kesteni i proizvodi od kestena idealni su sastojci za pripremu vrlo kvalitetne i zdrave hrane, posebice u dijetama s niskim masnoćama te se često pojavljuju u receptima za postizanje uravnotežene dijetalne prehrane (Bounous, 2013). Brojna znanstvena istraživanja kemijskih i nutritivnih svojstava kestena i proizvoda od kestena dokazala su njihov pozitivan učinak na zdravstveno stanje organizma. Uzevši u obzir navedeno i potencijal Republike Hrvatske vezano za kesten kao sirovinu za preradu nastala je ideja za izradu elaborata tehničko-tehnološkog rješenja pogona za preradu kestena i proizvodnju kesten pirea.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. TEHNOLOŠKO PROJEKTIRANJE

Pri tehnološkom projektiranju proizvodnog pogona u prehrambenoj industriji potrebno je uzeti u obzir sve aspekte koji se odnose na izbor sirovine, proizvode, odabir tehnološkog procesa, izgradnju tvornice te njeno puštanje u pogon. Tehnološko projektiranje mora zadovoljiti specifične zahtjeve naručitelja (investitora) i određene lokacije. Ono je složena djelatnost koja daje rješenje u tehnološkom pogledu te podlogu za izradu tehničkog (arhitektonskog, građevinskog, strojarskog) rješenja i ekonomske analize (Balbino, 2015).

#### 2.1.1. Uloga prehrambenog inženjera u tehnološkom projektiranju

Uloga prehrambenog inženjera u tehnološkom projektiranju jest (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005):

- tehnološko upravljanje proizvodnjom
- projektiranje sustava za proizvodnju
- projektiranje pogona za preradu sirovine
- istraživanje i razvoj procesa i proizvoda
- upravljanje distribucijom proizvoda do potrošača.

Glavni cilj prehrambenog tehnologa u prehrambenoj industriji jest sjediniti dizajn proizvodne linije s odgovarajućim postrojenjem za preradu kako bi se proizveo prehrambeni proizvod s minimalnim troškovima za opremu, energiju, ljudski rad i dr. (Giral i sur., 1979). Potrebno je pronaći i odabrati najbolju moguću alternativu kako bi se pronašlo najbolje moguće rješenje, a da se pritom poštuju zahtjevi za kvalitetom proizvoda i higijenski kriteriji proizvodnje prema važećim propisima (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

#### 2.1.2. Faze tehnološkog projektiranja

##### *Prethodno istraživanje*

Prethodno istraživanje igra važnu ulogu budući da je potreban niz preliminarnih studija o svim aspektima i uvjetima koji određuju konačni izgled postrojenja za preradu sirovine. Zahtjeva prikupljanje informacija iz brojnih znanstvenih članaka, u nekim slučajevima je

potrebno razviti proces u laboratoriju ili pilot postrojenju (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

Potrebno je provesti prethodno istraživanje (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005):

1. Proizvoda (karakterizacija proizvoda; analiza tržišta; reakcija tržišta na cijenu)
2. Sirovine (dostupnost i lokacija sirovine; cijena i transport sirovine; definiranje, specifikacija i karakterizacija najpovoljnije sirovine)
3. Različitih mogućnosti tehnologije za proizvodnju prehrambenog proizvoda (opis različitih tehnologija te njihov utjecaj na kvalitetu proizvoda, bilancu mase i energije te vrstu i količinu nusproizvoda i otpada; približne procjene troška sirovine i proizvoda za različite tehnologije; troška radne snage i energije; te približan opis pomoćnih sustava).

#### *Izrada projekta*

##### 1. Glavni projekt

Glavni projekt prema Zakonu o gradnji (NN 153/13) je skup međusobno usklađenih projekata kojima se daje tehničko rješenje građevine i dokazuje ispunjavanje temeljnih zahtjeva za građevinu te drugih propisanih i određenih zahtjeva i uvjeta.

Ovisno o vrsti građevine glavni projekt može sadržavati:

1. arhitektonski projekt
2. građevinski projekt
3. elektrotehnički projekt
4. strojarski projekt.

Izradi glavnog projekta za objekte u poslovanju s hranom obavezno prethodi izrada elaborata tehničko-tehnološkog rješenja.

Tehnološki projekt je najvažniji projekt te bez tog projekta nije moguće projektirati postrojenje niti sagraditi industrijski objekt prehrambene tehnologije. Temeljni sadržaj tehnološkog projekta čine projektni zadatak, opis tehnološkog procesa i nacrti (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

## 2. Izvedbeni projekt

Izvedbenim projektom prema Zakonu o gradnji (NN 153/13) razrađuje se tehničko rješenje dano glavnim projektom. Mora biti izrađen u skladu sa glavnim projektom. Izrađuje se za građenje građevina u kojem su to investitor i projektant ugovorili ugovorom o izradi glavnog projekta ili kada su to investitor i izvođač ugovorili ugovorom o građenju (Balbino, 2015).

### 2.1.3. Zakonska regulativa

Prilikom gradnje industrijskog objekta prehrambene tehnologije potrebno je poštivati zakone Republike Hrvatske i Europske Unije:

- Zakon o gradnji (NN 153/13)
- Zakon o hrani (NN 81/13)
- Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/13)
- Uredba Europskog parlamenta i Vijeća o higijeni hrane (EZ br. 852/2004)
- Uredba Europskog parlamenta i Vijeća o utvrđivanju određenih higijenskih pravila za hranu životinjskog podrijetla (EZ br. 853/2004).

Poslovni objekt uključuje sve prostorije i zgrade koje se koriste u poslovanju hranom. Objekt je potrebno održavati čistim i urednim. Veličina, unutarnje uređenje, konstrukcija i raspored prostorija moraju omogućiti: prikladno održavanje, čišćenje i dezinfekciju; izbjegavanje ili redukciju onečišćenja koja se prenose zrakom; dovoljno prostora kako bi se proces odvijao u higijenskim uvjetima; zaštitu od nakupljanja i dizanja prašine, kontakta s toksičnim materijalima, padanja čestica u hranu, sprečavanje nastanka kondenzacije ili razvoja plijesni po zidovima i površinama; provođenje dobre higijenske prakse uključujući zaštitu od različitih onečišćenja, a posebno od štetnika te kada je to potrebno i odgovarajuće uvjete za rukovanje i/ili spremanje hrane na odgovarajućoj temperaturi uz praćenje i bilježenje istih (HAH, 2006).

Obveza svakog voditelja objekta u poslovanju s hranom je da u praksi provede i kontrolira postupke kojima se postiže zdravstvena ispravnost hrane utemeljena na principima HACCP sustava (HACCP, eng. *Hazard Analysis and Critical Control Point*). HACCP sustav je način upravljanja postupcima u poslovanju s hranom kojim se osigurava zdravstvena ispravnost hrane. Temelji se na uspostavi postupaka kojima se opasnosti prisutne u proizvodnji, distribuciji i pripremi hrane uklanjaju ili stavljaju pod kontrolu (HAH, 2006).

## 2.2. KESTEN

Europski pitomi kesten (*Castanea sativa* Miller) je drvo iz porodice bukvi (*Fagaceae*) u kojoj se nalaze bukva i hrast (Manos i sur., 2001) (Slika 1). Europa obuhvaća 12 % svjetske proizvodnje kestena, na što otpada 3 % na Portugal i 4 % na Italiju (Barreira i sur., 2010).



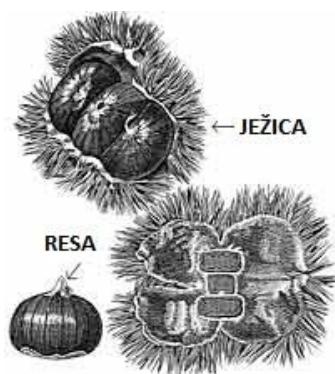
Slika 1. Drvo pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.) (Anonymous 1, 2007)

Najvažnije sorte kestena su: *Castanea crenata* ili japanski kesten, *Castanea dentata* ili američki kesten, *Castanea mollissima* ili kineski kesten te *Castanea sativa* ili europski kesten (Bounous, 2005).

Europski kesten (*Castanea sativa* Mill.) je rasprostranjen na području Hrvatske na mjestima srednje nadmorske visine te na područjima gdje prevladava kiselo tlo, koje nije pogodno za rast nekih drugih vrsta voća. Sorte europskog pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill) koje su dobivene selekcijom nazivaju se maruni (maroni) te je svrha njihovog uzgajanja dobivanje krupnih i kvalitetnih plodova (Cruz i sur., 2013). Maruni su u Hrvatskoj sađeni na privatnim posjedima istočnih padina Učke, u blizini Lovrana, te se na tim prostorima mogu naći najstariji nasadi koji su stari više stotina godina. Maruni iz toga područja nazivaju se još i „lovranski marun“. Na području Istre i Cresa mogu se pronaći manji nasadi maruna (Prgomet i sur., 2013a).

### 2.2.1. Tehnološke značajke plodova kestena

S botaničkog gledišta kesten je voće koje sadrži orašasti plod koji je prekriven s oporom membranom zvanom pelikula. Smeđa kora omeđuje plod koji je zaštićen s bodljikavom ježicom (Slika 2). Nakon što plod sazrije, ježica promijeni boju te postaje žuto-smeđa i razdvaja se u 2-4 linije te plodovi postaju vidljivi (FAO, 2003).



Slika 2. Kesten s bodljikavom ježicom (FAO, 2003).

Unutarnji sloj koji se nalazi ispod kore kestena naziva se perikarp, a ispod tog sloja se nalazi pelikula koja prekriva plod. Kod nekih kultivara pelikula se nakon izlaganja pari može lako odstraniti, dok je kod nekih proces odstranjivanja težak te se smanjuje mogućnost upotrebe tih kultivara u preradi. Kesten je u odnosu na drugo voće čvrst, čvrstoća svježeg voća mjerena penetrometrom iznosi 3-8 kg cm<sup>-2</sup> dok kod kestena iznosi više od 20 kg cm<sup>-2</sup>. U usporedbi sa drugim suhim voćem čvrstoća je veća ili jednaka, ali je veća i elastičnost (FAO, 2003).

Jako je bitno da se s kestenom nakon berbe pravilno rukuje. Važni faktori na koje pritom treba obratiti pozornost su respiracija i produkcija etilena, klijanje, transpiracija te indikatori kvalitete.

Respiracija je proces u kojem biljka troši koji je kisik pri čemu nastaje voda, ugljikov dioksid i toplina. Budući da je to proces koji se nastavlja i nakon berbe, a utječe na kvalitetu plodova potrebno ga je uzeti u obzir kao bitan parametar prilikom manipulacije kestenima, te prilikom transporta i skladištenja. Na sam proces respiracije veliki utjecaj ima temperatura te se preporuča da se kesteni što je moguće prije ohlade na optimalnu temperaturu skladištenja (Silva, 2008).

Za dozrijevanje voća te mogućnost bržeg sazrijevanja ploda odgovoran je biljni hormon etilen. Kesten pri normalnim uvjetima skladištenja proizvodi vrlo male količine etilena.

Međutim, u prisustvu kukaca ili bakterija može doći do pojave procesa truljenja što može povećati proizvodnju etilena te dodatno dovesti i do klijanja (Silva, 2008).

Kesteni skladišteni pri sobnoj temperaturi i visokoj relativnoj vlažnosti lako klijavu, a klijanje može ubrzati i apsorpcija vode s tla za vrijeme berbe. Niža temperatura skladištenja, visoka koncentracija ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) te niska koncentracija kisika (O<sub>2</sub>) usporavaju proces klijanja, a proces klijanja također može usporiti i prisustvo klora (FAO, 2003).

Biljne stanice koriste proces transpiracije kako bi smanjile svoju temperaturu. Sam proces može biti potaknut niskom relativnom vlažnosti zraka i temperaturom. Kesteni imaju visoku stopu transpiracije. Samo u jednom danu pri temperaturi od 20 °C te pri relativnoj vlažnosti od 70 % kesteni mogu izgubiti 1 % ukupne težine. Transpiracija također može biti povećana mehaničkim oštećenjem koje je dovelo do kidanja ili oštećenja kore ili otkinuća rese ploda kestena. Kod postupka skladištenja kestena stopa transpiracije se mora kontrolirati održavanjem visoke relativne vlažnosti i niske temperature (FAO, 2003).

Osnovni indikatori kvalitete kestena obuhvaćaju:

- Veličinu (veliki kesteni su bolji za konzumaciju u svježem stanju)
- Boja ljuske (od svijetlosmeđe do tamnosmeđe; ovisno o kultivaru)
- Svježa jezgra (optimalna kvaliteta je ona gdje je prisutno 25-30 % vlažnosti nakon prženja)
- Nepostojanje mehaničkih oštećenja kao što su natučenost, pukotine, klijanje i trulež
- Lakoća ljuštenja (odstranjivanje pelikule od jezgre kestena)
- Slatkoća ploda.

Prilikom sortiranja kestena određuje se ukupna ocjena kvalitete kestena (TQS, eng. *Total Quality Score*), ne promatra se samo pojava truleži već se u obzir uzima izgled, okus te veličina ploda. S obzirom na navedene čimbenike, kesteni se ocjenjuju te se svrstavaju po definiranim kategorijama kvalitete (Kunsch i sur., 1998). Kesteni se s obzirom na veličinu mogu podijeliti na: vrlo velike (promjer ploda veći od 32 mm), velike (promjer ploda između 32 i 29 mm), te na srednje veličine (promjer ploda manji od 29 mm) (Guyer i sur., 2014). Plodovi kojima je promjer manji od 26 mm koriste se za industrijsku preradu, dok se krupniji odvajaju i za svježiju potrošnju pakiraju u plastične ili jutene vreće od 0,5 - 25 kg (Prgomet i

sur., 2013b). Ukupna ocjena kvalitete ovisi o: veličini ploda (mala, srednja, velika); izgledu (prihvatljiv, profinjen); okusu (jednoličan, dobar, vrlo dobar).

Također jedna od bitnijih karakteristika kestena je lakoća ljuštenja kože kestena, koja ovisi o pojedinoj sorti. Sorte kestena koje se teže ljušte ne koriste se za preradu u npr. kandirani kesteni, dok se sorte koje se lakše ljušte koriste u njihovoj proizvodnji.

### 2.2.2. Kemijski sastav

Više od 50 % težine kestena čini voda (Barreira i sur., 2012). Škrob je dominantan sastojak suhe tvari, što kesten čini odličnim izvorom škroba, uz krumpir i žitarice (Borges i sur., 2008).

Orašasti plodovi u pravilu sadrže visoki udjel masti i imaju visoku energetska vrijednost, no kesteni su iznimka. U istraživanju koje su proveli Vasconcelos i sur. (2010) sadržaj ukupnih ugljikohidrata u 100 g svježeg kestena iznosi 44,7 g, prosječni sadržaj proteina iznosi 3,5 g te energetska vrijednost iznosi 198 kcal.

Prema podacima EFSA-e (eng. *European Food Safety Authority*) (EFSA, 2010), ugljikohidrati prisutni u plodovima kestena uglavnom su zastupljeni u obliku glukoze. Najviše su zastupljeni topljivi šećeri kao što su monosaharidi i disaharidi, većinom saharoza, glukoza, fruktoza, a manje su zastupljene stahioza i rafinoza. Koncentracija svakog pojedinog šećera ovisi uvelike o kultivaru, tako koncentracija saharoze u 100 g suhe tvari kestena iznosi između 3,71-24,17 g, glukoze između 0,96 i 6,81 g, dok koncentracija fruktoze iznosi između 0,57 i 5,32 g (Barreira i sur., 2012; Barreira i sur., 2010; Bernárdez i sur., 2004).

Celulozna vlakna sastoje se od polisaharida (celuloza i sl.) koji nisu probavljivi. Sadrže topljivi i netopljivi dio te su u kesteni zastupljena ovisno o načinu njegove obrade u različitom udjelu (100 g svježeg kestena sadrži 7,3 g vlakana od čega 6,7 g netopljivih).

Prosječan sadržaj proteina kestena iznosi oko 3 % (između 2,2-3,1 %) te ovisi o kultivaru i godini berbe (Barreira i sur., 2012; Barreira i sur., 2009), a uglavnom su sastavljeni od 17 aminokiselina.

U sastavu lipida većinom su zastupljene nezasićene masne kiseline koje smanjuju ukupan kolesterol te lipoprotein niske gustoće (LDL, eng. *Low density lipoprotein* ili tzv. „loš“ kolesterol). Prisutne su i monozasićene masne kiseline koje imaju dodatnu vrijednost jer ne



smanjuju lipoprotein visoke gustoće (HDL, eng. *High density lipoprotein*) ili tzv. „dobar“ kolesterol) (Klausner, 2000).

Plod kestena sadrži mnogo minerala od kojih su u većim količinama, izraženo na 100 g suhe tvari, zastupljeni kalij (473-974 mg), fosfor (104-148 mg), magnezij (63-93 mg) i kalcij (41-51 mg), a u manjim količinama željezo, natrij, mangan, cink i bakar (Borges i sur., 2008; Pereira-Lorenzo i sur., 2005).

Kesteni su pokazali da imaju pozitivan učinak na ljudsko zdravlje (Ferreira i sur., 2017), npr. u sklopu gluten-free dijeta kod ljudi koji imaju celijakiju (Pazianas i sur., 2005).

### 2.2.3. Uzročnici kvarenja plodova kestena

Najčešći uzročnici gubitaka tijekom skladištenja su kukci i gljivice. Svi oni dolaze s polja te se pokazuju tijekom skladištenja i distribucije (FAO, 2003).

#### *Štetnici koji uzrokuju kvarenje plodova kestena*

Kada kesten padne na tlo sa stabla, crvi (*Cydia i Balaninus*) bježe iz sjemena te prodiru u zemlju pa je na plodu kestena vidljiva rupa i on se može ukloniti (Slika 3). Problem predstavljaju oni plodovi kestena koji na tlo padnu skupa s ježicom koja ga obavija, te crvi ne mogu pobjeći u zemlju, već prodiru van tijekom distribucije i skladištenja (FAO, 2003).



Slika 3. Rupa na kestenu uzrokovana crvom (FAO, 2003).

Kesten je uz hrast i najčešći domaćin kestenovog moljca (*Cydia splendada*). Infestacija se može kontrolirati tako da se plodovi koji su napadnuti ličinkama unište.

Kestenov svrdlaš (*Curcolio elephas*) jedan je od štetnika koji uzrokuju kvarenje plodova kestena (Karagoz i sur., 2009). Napada plodove voća iz porodice bukva i hrast (*Fagaceae*). U istraživanju koje su proveli Asan i sur. (2017) utvrdili su da se ličinka može uništiti korištenjem gljivice *Metarhizium brunneum*, te da je najveća smrtnost bila zabilježena 6 dana nakon infekcije.

Kestenova osa šiškarića (*Dryocosmus kuriphilus*) smatra se jednim od najvećih štetnika u svijetu koja napada stablo kestena te se karakterizira kao karantenski štetnik (EPPO, 2005). Prvi put se pojavila u Kini te napada isključivo stabla kestena, a šteta se očitava kroz smanjenje lisne površine, šiške u pupu onemogućuju razvoj izbojaka te se na taj način smanjuje proizvodnja plodova, te može doći i do ugibanja biljaka (Kato i Hijii, 1997). U Europi se prvi put pojavila u Italiji 2000. godine (Brussino i sur., 2002), tri godine nakon toga u Sloveniji (Seljak, 2006) te u Francuskoj (EPPO, 2007). U Hrvatskoj je zabilježena 2010. godine (Matošević i sur., 2010), na području Lovrana, Medvednice, Zagreba, Samoborskog gorja i Žumberačkog gorja. Smatra se da se bolest proširila transportom zaraženih stabala kestena.

Kestenova štitasta uš, napada mnoge vrste drveća u listopadnim šumama, siše sokove te time slabi kondiciju stabla. Ima veliki broj prirodnih neprijatelja koji smanjuju ovu populaciju i do 90 % tako da su štete od nje vrlo male i rijetke. Parazitske osice: *Coecophagus scutellaris*, *Hyperopsis competris*, *Chilocorus bipustulatus* i dr. održavaju tu biološku ravnotežu (Prgomet i sur., 2013b).

#### *Mikroorganizmi koji uzrokuju kvarenje plodova kestena*

Washington i sur. (1997) su proveli istraživanje mikroflore kestena tijekom dvogodišnjeg skladištenja. Mikroorganizmi koji su bili izolirani iz naizgled zdravog ploda kestena su: *Phomopsis*, *Botrytis*, *Penicillium*, *Ceuthospora*, *Cladosporium*, *Altemaria*, *Truncatella*, *Epicoccum* i *Phoma*. Gljivica *Phomopsis castanea* je bila najčešće izolirani mikroorganizam iz naizgled zdravog kestena. Rezultati su pokazali da ova gljivica može rasti iz ljuske u jezgru tijekom skladištenja.

#### *Enzimsko kvarenje plodova kestena*

Enzimi su po svom sastavu proteini. Djelovanje im može biti poželjno i nepoželjno. U prehrambenoj industriji se koriste u svrhu ubrzavanja biokemijskih procesa, postizanja određenih svojstava proizvoda, poboljšavanja ukupne kvalitete proizvoda, ali također mogu uzrokovati enzimsko kvarenje sirovina, a tako i plodova kestena. Jedni od najvažnijih faktora

koji kontroliraju enzimske procese su: temperatura, aktivnost vode, pH te kemikalije koje inhibiraju djelovanje enzima.

Kod plodova kestena do enzimskog posmeđivanja može doći nakon rezanja ploda na kraju skladištenja. Također se javlja prilikom porasta topivih šećera zbog starenja ili klijanja, a povećava se nakon kuhanja. Do posmeđivanja dolazi uslijed razgradnje fenolnih spojeva pomoću fenol oksidaza koje prati neenzimatska pojava pigmenta. Uz njih su još prisutne, peroksidaze, fenilalanin amonijak-liaze te je potrebna i prisutnost kisika kako bi došlo do razgradnje (Qi Jing-hua i sur., 2009).

### **2.3. KESTEN PIRE**

Prema Codex Stan 145 (1985) konzervirani kesten pire je proizvod dobiven mehaničkim postupkom s ciljem izdvajanja pulpe voća iz kestena, te je dobiven od svježih, zrelih kestena, biljne vrste *Castanea crenata* (japanski kesten) ili *Castanea sativa* Miller (europski kesten) koji mogu biti oljušteni ili neoljušteni; zapakiran sa ili bez šećera te ostalih sastojaka svojstvenih proizvodu; procesirani toplinskim postupkom u određenim uvjetima, prije ili nakon što su hermetički zapakirani, kako bi se izbjeglo kvarenje.

Prema Direktivi Vijeća 2001/113/EZ od 20. prosinca 2001. „Zaslađeni kesten pire“ znači mješavina, odgovarajuće konzistencije, vode, šećera i najmanje 380 g kestena (biljne vrste *Castanea sativa*) na 1000 g konačnog proizvoda. Zaslađeni kesten pire mora sadržavati najmanje 60 % topljive suhe tvari, određene refraktometrom, uz iznimku proizvoda kod kojih je šećer djelomično ili u cijelosti zamijenjen sladilima. Proizvodu „Zaslađenom kesten pireu“ moguće je dodavati sljedeće sastojke: med, definiran u Direktivi Vijeća 2001/110/EZ od 20. prosinca 2001. o medu; jestiva ulja i masti kao sredstva protiv pjenjenja; tekući pektin; jaka alkoholna pića, vina i likerska vina, orašasto voće, aromatično bilje, začine, vaniliju i ekstrakt vanilije; te vanilin. Dozvoljene vrste šećera su šećeri definirani u Direktivi 2001/111/EZ, polubijeli, šećer ili bijeli šećer, ekstra-bijeli, šećerna otopina, otopina i sirup invertnog šećera, glukozni i osušeni glukozni sirup, dekstroza i dekstrozni monohidrat, dekstroza ili nehidrozna dekstroza, fruktoza, fruktozni sirup, šećeri ekstrahirani iz voća te smeđi šećer.

Kesten pire dobiva sve više na popularnosti, posebice zbog svoje hranjive vrijednosti, specifičnog i finog okusa te sve više postaje sastavni dio prehrane. Može se koristiti za proizvodnju različitih proizvoda širokog asortimana. Neki od tih proizvoda su: kreme od

kestena, marmelade, zaslađeni pire od kestena, sladoled, tjestenina te brojni drugi proizvodi (Mujić, 2014). Kesten pire se također koristi kao baza za kreme, te za mliječne deserte koji sadrže kremu od kestena (Bounous, 2014).

## **2.4. PRERADA KESTENA TE PROIZVODNJA KESTEN PIREA I PROIZVODA OD KESTENA**

### 2.4.1. Sakupljanje svježeg kestena

Ovisno o zemlji gdje se kesten uzgaja, na način berbe najčešće utječe visina stabla i trošak radne snage. Ovisno o visini stabla, sakupljanje kestena može biti ručno ili strojno.

Kada su stabla kestena vrlo visoka (viša od 20 metara) čeka se da kesteni padnu na tlo. U ovoj fazi kesteni su zreli i vrlo ukusni. No problem je što su kesteni kada padnu na tlo, zbog vlažnosti zemlje podložni infekcijama. Stoga se preporuča postavljanje jeftinih polipropilenskih mreža. One štite plodove od infekcija, no najčešće ih je teško postaviti zbog neravnog i brdovitog tla. U ovom slučaju trebalo bi biti organizirano nekoliko sakupljanja na dan, a preporuča se korištenje plastičnih kanti, jer se lakše održavaju i traju duže (FAO, 2003).

Kada stabla kestena nisu visoka primjenjuje se tehnika trešanja grana. Prednosti ove tehnike su što kesteni padaju u ježicama te je smanjena mogućnost infekcije ploda. Nedostatci ove tehnike su što kesteni najčešće još nisu zreli, te insekti ne mogu pobjeći u zemlju, ostaju unutar ploda i izlaze kasnije. Stoga se preporuča trešnja grana koji imaju žuto-smeđe, malo otvorene ježice (FAO, 2003).

U Europi se može naći više tvrtki koje proizvode strojeve koji su specijalizirani za sakupljanje orašastih plodova. Rade na principu usisavanja plodova pomoću usisne cijevi u tank (Slika 4), pri čemu se kesteni odvajaju od težih nečistoća uz pomoć ventilatora koji propuhivanjem omogućuje protok zraka (FAO, 2003). Prednost se i dalje daje ručnim sakupljačima jer strojevi mogu također usisati i kamenje, koje je veličine kestena što može dovesti do mehaničkog oštećenja ploda (Guyer i sur., 2014).



Slika 4. Primjer strojnog branja sa sakupljačem (Anonymous 2, 2018)

#### 2.4.2. Čišćenje i kalibriranje

Plodovi se dopremaju kamionima u postrojenje za preradu. Zatim se u uređaju za usis onečišćenja uklanjaju sve nečistoće kao što su lišće te plodovi koji ne zadovoljavaju standard. Ukoliko je kesten sakupljan strojno, postoji mogućnost da je pomiješan s malim kamenčićima pa tako sakupljeno kestenje mora ići u uređaj za odstranjivanje kamenčića (Mujić, 2014).

Nakon čišćenja potrebno je kestone kalibrirati. Uređaji za kalibraciju mogu biti različitih konstrukcija. Mogu se koristiti uređaji s valjcima ili transportnom trakom koji imaju otvore različitih dimenzija koji su podešeni za pojedinu klasu tj. veličinu (Klinac, 2000).

#### 2.4.3. Skladištenje kestena

Period dospijevanja i sakupljanja kestena je relativno kratak, te nije moguće imati prerađivačke linije tako velikog kapaciteta koje bi mogle istovremeno preraditi cjelokupne količine koje svakodnevno pristižu bilo iz vlastite proizvodnje ili otkupa. Sav višak sakupljenog kestena kojeg nije moguće dnevno preraditi mora se skladištiti i prema potrebi povlačiti u preradu, te pritom voditi računa da proces prerade treba biti što kraći, jer kalo skladištenja i gubitci mogu biti relativno veliki (Mujić, 2014).

Moderno skladištenje namirnica mora zadovoljavati slijedeće uvjete:

- uskladištiti namirnicu bez gubitka kvalitete;
- uskladištiti proizvod bez ili sa što manjim gubitkom težine;

- povisiti kvalitetu proizvoda;
- troškove rada svesti na minimum.

Jedan od načina skladištenja koji se primjenjuje u Kini i nekim drugim zemljama jest pohrana kestena u pijesku. Stavlja se u pijesak kako bi se omogućilo konstantno održavanje temperature oko kestena. Omjer kestena i pijeska je 3:7. Ukupni kalo kestena tijekom skladištenja jest 30-40 %, te se javlja u prva dva mjeseca skladištenja zbog propadanja (FAO, 2003).

U slučaju manje količine sirovine, kesteni se mogu skladištiti u prostorima s ventilacijom vlažnim zrakom kao alternativa skladištenju hlađenjem i u kontroliranoj atmosferi (FAO, 2003).

Najbolji način da se uspori metabolička aktivnost kod voća i povrća jest smanjenje temperature između 10 do 0 °C, odnosno skladištenje hlađenjem. Preporuča se pakirati kestene u perforirane plastične ili drvene kutije te ih skladištiti u hladnjači. Potrebno je provjeravati temperaturu i relativnu vlažnost zraka svaki dan. Najpovoljnija temperatura jest 0 °C, dok relativna vlažnost zraka treba biti 90 % (FAO, 2003).

Kao nadopuna skladištenju hlađenjem također se koristi metoda skladištenje u kontroliranoj atmosferi, gdje se osim temperature također kontrolira i koncentracija kisika (O<sub>2</sub>) i ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) u kontroliranoj atmosferi. Prednost ovog načina skladištenja u odnosu na skladištenje hlađenjem jest produžetak vremena skladištenja budući da odgađa klijanje te smanjuje propadanje kestena (FAO, 2003).

Moderni načini skladištenja hlađenjem i zamrzavanjem u normalnoj ili kontroliranoj atmosferi omogućuju skladištenje kestena između 4 do 12 mjeseci (Bounous, 2005).

#### 2.4.4. Ljuštenje kestena tehnikom Brulage ili parom

Postoje dva načina guljenja kestena:

- ljuštenje kestena paljenjem ili tehnikom Brulage
- ljuštenje parom.

Tehnika Brulage podrazumijeva proces ljuštenja kestena kombinacijom peći i vodene kupke visoke temperature (parabojleri). Kesteni se u pećima tretiraju plamenom koji zapeče

vanjsku ljusku te unutarnju ljuspicu ploda. Zatim kesteni dolaze do tangencijalnog čistaća, koji sadrži gumene lopatice koje usmjeravaju kesten prema čeličnim šipkama te dolazi do uklanjanja vanjske ljuske te dijela ili cijele unutarnje ljuspice ploda. Nakon toga kesteni dospijevaju u paraboljere, gdje se tretiraju vrućom vodom što za cilj ima uklanjanje zaostale vanjske ljuske ili unutarnje ljuspice ploda. Nakon toga se kesteni dovode do sljedećeg stroja koji uklanja zaostale dijelove kože ploda i ljuske (Guyer i sur., 2010).

Guyer i sur. (2010) su proveli istraživanje o faktorima koji utječu na postupak ljuštenja. Faktori koji su bili uzeti u obzir su kultivar, veličina kestena i temperatura zagrijavanja prije odlaska na liniju Brulage. Što se tiče utjecaja kultivara na postupak ljuštenja nije se pokazala nikakva značajna razlika između većine kultivara. Istraživanje je bilo provedeno na kestenima vrlo velike, velike te srednje veličine. Kesteni velike veličine su se pokazali kao najlošiji izbor, dok su se oni srednje veličine pokazali kao najbolji. Kesteni su prije odlaska na liniju Brulage bili tretirani pri 15, 38 i 60 °C. Povećanje temperature od 15 do 38 °C nije imalo značajan utjecaj na proces ljuštenja, dok je temperatura od 60 °C negativno utjecala na plod kestena jer je izazvala pregrijavanje te smanjenje kvalitete kestena.

Kod ljuštenja parom kesteni se prenose do rezača ljuske s više oštrica. Taj uređaj na kestenima napravi „mikrorezove“ koji omogućavaju prodiranje vodene pare u sam plod. Zatim se kesteni prenose do paraboljera koji tretiraju kestone parom pri 3 bara koja prodire kroz „mikrorezove“ te se tako ljuska djelomično ukloni s ploda, a unutarnja ljuspica se počinje odvajati. Nakon toga se kesteni prenose do sljedećeg uređaja gdje se pomoću suprotno rotirajućih gumenih valjaka uklanja unutarnja kožica ploda (Mujić, 2014).

Prednosti sustava Brulage su što preciznije uklanja ljusku i kožicu ploda te ne proizvodi toliko potencijalno opasan otpad za okoliš kao kod sustava parnog ljuštača. Nedostatak sustava Brulage je manje iskorištenje ljuštenja, ali za razliku od parnog ljušteći troši puno manje vode (Mujić, 2014).

#### 2.4.5. Proizvodnja kesten pirea

Kesten pire se može proizvesti kuhanjem i pasiranjem kestena s korom pri čemu se uklanja ljuska te od cijelih oljuštenih plodova kestena. Kesten pire koji je dobiven od oljuštenog kestena je svjetlije boje i finijeg ukusa, za razliku od pirea koji je dobiven od kestena s korom.

Razlog tome je što se kod pirea dobivenog od kestena s ljuskom kuha cijeli kesten, te pigmenti sadržani u ljusci dolaze u kontakt s pulpom te joj daju tamnu boju. U oba slučaja kesteni se kuhaju pri atmosferskom tlaku. Vrijeme kuhanja ovisi o početnoj temperaturi, dimenzijama kestena ili o upotrebi lomljenog kestena (Mujić, 2014).

#### 2.4.6. Konzerviranje kesten pirea

Zamrzavanjem se kesten pire može sačuvati duži vremenski period, te se sam postupak temelji na tome da se izdvajanjem vode i snižavanjem temperature zaustavljaju biokemijski i mikrobiološki procesi, a da pri tome ne dolazi do promjene nutritivnog sastava (Sachetti, 2005).

Konzerviranje toplinom je jedna od poznatijih metoda koja se koristi kako bi se proizvodi od kestena mogli sačuvati duže vrijeme (Bounous, 2002; Breisch, 1995). Korištenjem toplinske obrade te sastojaka koji se koriste kao stabilizatori omogućava se konzerviranje proizvoda. Sastojci koji se najčešće koriste su šećer i sol, koji smanjuju aktivnost vode, dok alkohol i alkoholna pića smanjuju mikrobiološku aktivnost.



### 3. EKSPERIMENTALNI DIO

#### 3.1. PROJEKTNI ZADATAK

Nalaže se izrada Elaborata tehničko-tehnološkog rješenja za izgradnju pogona za preradu kestena kapaciteta prerade 1000 t god<sup>-1</sup> na lokaciji Istarske županije (Mažinjica, Buzet). Planirani objekt treba projektirati kao samostojeću jednoetažnu građevinu. U Elaboratu je potrebno dati tehnološka rješenja i smještaj linija za ljuštenje i smrzavanje kestena te proizvodnju kesten pirea prema kapacitetima proizvoda opisanim u ovom Projektnom zadatku.

Tehnološka rješenja za izradu Elaborata pogona za preradu kestena projektant se obvezuje izraditi prema zadacima definiranim u ovom projektnom zadatku.

Za potrebe navedenih linija u projektiranom objektu potrebno je predvidjeti adekvatan prostor, planirajući istovremeno i prostor za sve ostale proizvodne i neproizvodne sadržaje (skladište sirovine, pomoćnih materijala, ambalaže i gotovog proizvoda, garderobno-sanitarni blok, laboratorij itd.) adekvatne veličine da omogućе nesmetanu proizvodnju u navedenom kapacitetu.

Proizvodnju treba planirati na bazi 8 satnog radnog vremena u jednom danu, u sedmodnevnom radnom tjednu oko 126 radnih dana u godini zbog sezonskog karaktera sirovine.

U sklopu projekta potrebno je dati opis kestena kao sirovine te smrznutog kesten pirea kao finalnog proizvoda.

Također je potrebno dati tehnološki opis (tekstualno i uz pomoć blok-shema):

- Čišćenja, kalibriranja i skladištenja kestena
- Postupak ljuštenja kestena
- Postupak proizvodnje kesten pirea
- Postupak zamrzavanja kesten pirea te označavanje i pakiranje u jedinična pakiranja i u transportnu ambalažu

Treba nadalje predvidjeti sve potrebne strojeve i tehnološku opremu, odrediti materijalnu bilancu (normative) proizvodnje, te prikazati zahtjeve za energentima, radnom snagom kao i organizaciju proizvodnje.

Također je potrebno prikazati raspored strojeva u tlocrtu, veličinu i raspodjelu prostorija te prikazati lokaciju postrojenja i situacijski plan.

Sve prostorije treba projektirati sukladno zakonskoj regulativi primjenjivanoj u Republici Hrvatskoj vodeći računa i o standardima EU, a data rješenja u Elaboratu trebaju omogućiti proizvodnju sukladno HACCP, GHP i GMP standardima.

Projektom je potrebno dati osnove za izradu ostalih projekata potrebnih za ishođenje građevinske dozvole ili prijave na natječaj za dodjelu sredstava iz EU fondova.

### **3.2. ANALIZA SIROVINE**

Ovisno o načinu i području uzgoja, te o sorti kestena, najčešće dozrijeva u rujnu (Hunt i sur., 2012). Budući da ne postoje komercijalni indikatori koji ukazuju na zrelost kestena, s berbom će se započeti kada su plodovi kestena unutar ježica od 50-80 % smeđe boje, i kada se ježice počnu razdvajati.

Kasno sezonski kesten na tržištu je jeftiniji u usporedbi s rano sezonskim. Sami plodovi kestena variraju u teksturi, slatkoći, boji, aromi, okusu i čvrstoći nakon kuhanja. Navedene karakteristike se veoma bitne prilikom kupnje kestena u svježem stanju (Prgomet i sur., 2011).

Kesteni koji će se zaprimati na obradu moraju zadovoljiti sljedeće zahtjeve: promjer manji od 26 mm; ljuska mora biti tamnosmeđe boje; ne smiju biti natučeni, imati pukotine, prokljali ili truli; ljuska se treba moći lako odstraniti; kesteni koji sadrže samo jedan plod koji nije gorak ili oporog okusa, te zaprimljeni svježi kesteni moraju imati između 40-60 % vode, ljuska mora biti sjajna, a plod tvrd i hrskav.

Planirano područje prikupljanja jest područje Istre (okolica Buzeta) koje prekriva oko 150 ha šuma u kojima prevladava pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.). U populaciji prevladavaju eko tipovi sa vrlo sitnim, ali ima onih i sa krupnijim plodovima (Prgomet i sur., 2012). Proizvodnja pitomog kestena u punom rodu iznosi između 3500-4500 kg po jednom hektaru što bi značilo da se godišnje dobije svježeg kestena oko 525-675 tona.

### 3.3. ANALIZA PROIZVODA

Zahtjevi za kvalitetom koje mora zadovoljiti proizvod kesten pire prema Codex stan 145 (1985) su slijedeći:

- Boja (kada boja nije dodana, konzervirani kesten pire treba imati normalnu boju koja je karakteristična za vrstu kestena koji se koristi, ukoliko dođe do posmeđivanja ili diskoloracije takav proizvod se deklarira kao oštećeni proizvod)
- Okus (okus treba biti svojstven okusu proizvoda te bez mirisa koji nisu karakteristični za proizvod)
- Tekstura (konzervirani kesten pire treba imati ravnomjernu konzistenciju i specifičnu veličinu čestica)
- Bez oštećenja (proizvod treba biti bez oštećenja koja mogu biti uzrokovana: bezopasnim biljnim materijalom, ostacima ljuske i pelikule, podijeljeni ili oštećeni dijelovi te diskoloracija pojedinih dijelova)
- Klasifikacija mana (blago odstupanje od navedenih čimbenika ne bi trebalo biti označeno kao oštećenje, dok ukoliko proizvod odstupa od jednog ili više navedenih čimbenika takav proizvod se deklarira kao oštećeni i ne smije biti na tržištu).



Slika 5. Prikaz pakiranja kesten pirea (Anonymous 3, 2012)

Kesten pire proizvodit će se od smrznutog, oljuštenog kestena dodavanjem šećera ili okusa (Bounous, 2002). Zamrzavanje će se koristiti kao metoda konzerviranja kesten pirea. Kesten pire će se pakirati u blokovima od 250 g u foliju te će se duboko smrznuti na temperaturu od -18 do -24 °C (Slika 5). Dimenzije pakiranja kesten bloka su 110 x 60 x 40 mm. Nakon punjenja slijedi etiketiranje i slaganje u kartonske kutije. Dimenzije kartonske kutije su 290 x 130 x 107 mm, te je broj komada kesten blokova u jednoj kutiji 10. Rok trajanja

proizvoda je 540 dana odnosno 18 mjeseci. U skladištu se kartonske kutije slažu na palete, broj kutija na jednoj paleti jest 161, dok su dimenzije jedne palete 1200 x 800 x 1500 mm.

Prema Direktivi 2000/13/EZ potrebno je na samom pakiranju proizvoda definirati sastav kako bi se osiguralo da se nazivi proizvoda ispravno koriste u trgovini, a ne na obmanjujući način. Nazivi proizvoda trebaju biti nadopunjeni nazivima upotrijebljenih vrsta voća padajućim redoslijedom s obzirom na težinu. Oznake za vrste zaslađenog kesten pirea trebaju obuhvaćati sljedeće: sadržaj voća na 100 g proizvoda nakon što je oduzeta težina vode korištene za pripremu vodenog ekstrakta; ukupni sadržaj šećera ako na oznaci nije navedena prehrambena tvrdnja o šećerima u skladu s Direktivom 90/496/EEZ; ako je ostatak sumpornog dioksida veći od 10 mg kg<sup>-1</sup>, njegova prisutnost mora biti navedena u popisu sastojaka, odstupajući od članka 6., stavka 4. Direktive 2000/13/EZ.

### **3.4. ANALIZA LOKACIJE**

Budući da je kesten lako kvarljiva sirovina, sezonskog karaktera, te također sadrži velik udio vode (više od 50 % težine) poželjno je da tvornica bude bliže samoj sirovini.

Stoga će tvornica za preradu kestena i proizvodnju kesten pirea biti izgrađena u okolici Mažinjica (industrijska zona), općina Buzet (Slika 6), odnosno u blizini područja uzgoja sirovine. Kako bi se omogućila lakša manipulacija sirovinom i proizvodom bilo bi poželjno da lokacija ima pristup za cestovni i pomorski promet. Industrijska zona je udaljena 50 km od teretne i putničke luke u Rijeci, dok je od luke u Puli udaljena oko 90 km, a udaljenost od luke u Kopru iznosi 30 km. Što se tiče udaljenosti od međunarodnih zračnih luka najbliža je ona za male zrakoplove Portorož na području Republike Slovenije, koja je udaljena od zone samo 50 km, dok je zona udaljena od međunarodnih zračnih luka u Rijeci i Puli oko 90 km. Urbanistički plan, prostora površine 12,7 ha nalazi se uz državnu cestu D201 Buzet-Požane, te je udaljen oko 2 km od grada Buzeta, te oko 3 km od graničnog prijelaza Požane (Milković-Grbac i sur., 2006). Pogon za preradu kestena i proizvodnju kesten pirea troši velike količine vode za hlađenje i čišćenje sirovine tako da bi bilo poželjno da odabrana lokacija koristi vodu iz vlastitog izvora kao što je podzemni izvor (bunar). U kontaktnom području zone se nalaze brojni vodotoci i bujice. Prostor koji se nalazi sjeverno od državne ceste je gotovo ravan nagiba oko 4 %, dio prostora koji se nalazi južno od državne ceste je blaga padina nagiba oko 10 %, dok je prostor jugozapadno orijentirane padine izrazitijeg nagiba koji prelazi 20 %. Na jugozapadnom dijelu prostora će biti potrebni znatniji zemljani radovi (iskopi i nasipi) u uređenju prometne mreže i građevnih čestica. Pretežni dio područja sjevernog dijela zone čine

poljoprivredne površine livada i oranica, strmiji dijelovi uz zapadnu granicu prema državnoj cesti su prekriveni šumom crnog bora, na južnom dijelu prostora je pretežni dio područja prekriven šumom submediteranske vegetacijske zone. Ovo područje ima submediteranska klimatska obilježja, tople umjerene klime, oborinski režimi s pretežitim dijelom oborina u hladnom dijelu godine u listopadu i studenom, te u svibnju i lipnju s ukupno oko 1,220 mm padalina. Područje obuhvata UPU-a Mažinjica se nalazi unutar morfološke jedinice Buzetsko-pazinskog fliškog bazena, pravca pružanja SZ-JI, a koja je zbog strukturno-tektonskih karakteristika izdvojena i kao zasebna tektonska jedinica koja predstavlja prostrani sinklinorij. Zona se priključuje na sustav odvodnje otpadnih voda Grada Buzeta, dok se oborinske vode rješavaju u okviru zone.



Slika 6. Prikaz lokacije gradnje tvornice za preradu kestena i proizvodnju kesten pirea  
(Anonymous 4, 2018)

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

### 4.1. OPIS TEHNOLOŠKE KONCEPCIJE

Projektirani objekt koji uključuje glavne i prateće; proizvodne te neproizvodne dijelove, a projektiran je kao samostojeća jednoetažna građevina, neto površine od 2518 m<sup>2</sup>. Glavni proizvodni prostor uključuje linije za preradu kestena i proizvodnju kesten pirea kao i njihovu otpremu, dok su skladišta za sirovinu i međuproizvod, kotlovnica, C.I.P. sustav za pranje, skladište ambalaže, pomoćnih materijala i gotovog proizvoda prateći proizvodni dijelovi objekta. Kesten je podložan mikrobiološkom i enzimskom kvarenju te se skladišti u kavezima u hladnjači pri temperaturi od 0 °C. Za čuvanje međuproizvoda, smrznutog, oljuštenog kestena, koji se koristi za proizvodnju kesten pirea, predviđena je hladnjača te se isti skladišti u boks paletama pri temperaturi od –25 °C. Pomoćne sirovine koje se koriste za proizvodnju kesten pirea kao što su šećer, vino, marsala, rum i vanilija ne zahtijevaju nisku temperaturu skladištenja te se čuvaju u tami i pri temperaturi od 14-18 °C. Kesteni se nakon berbe dopremaju kamionima u vrećama, te se provodi postupak čišćenja i kalibriranja, jedan dio ide odmah na ljuštenje dok se ostatak pohranjuje. Ostale pomoćne sirovine dolaze na paletama pakirane u vreće ili kartone različitih masa ovisno o namjeni.

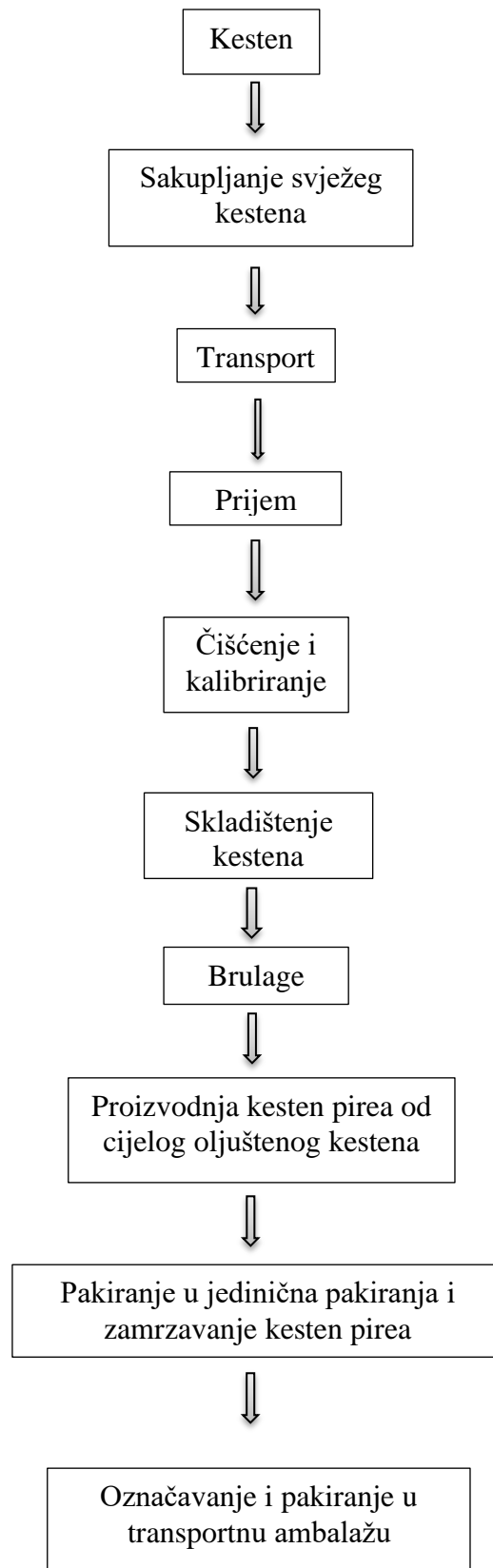
Tvornica godišnje zaprimi 1000 tona cijelog kestena, berba se provodi 2 mjeseca što znači da je dnevni kapacitet prerade 17 tona cijelog kestena. Za ljuštenje je odabran postupak Brulage pri čemu dnevno na ljuštenje ide 10 tona kestena te je nakon ljuštenja masa kestena 7,1 tona. Ostatak dnevno zaprimljene količine se skladišti u hladnjači. Prostor u kojem se nalaze peći i gdje se provodi ljuštenje odvojen je od ostatka budući da tako mora biti radi zahtjeva za kontroliranim temperaturnim uvjetima. Oljušteni kesten se prenosi do prostora gdje se provodi zamrzavanje, dok se jedan dio doprema pomoću viličara do prostora gdje se provodi proizvodnja kesten pirea. Priprema otopina koje se koriste za proizvodnju kesten pirea se vrši u zasebnoj prostoriji, gdje se provodi i vaganje te se zatim prenosi u prostoriju gdje se odvija proizvodnja kesten pirea.

Kako bi se osigurao maksimalni higijensko-sanitarni nivo proizvodnje potrebno je dio za prihvata, čišćenje i kalibraciju kestena smjestiti izvan tvornice, u vanjskom dijelu ispod nadstrešnice, kao i dio za sakupljanje ljuske. Prilikom ulaska u proizvodni dio pogona svi gosti i zaposlenici moraju proći kroz higijensku branu.

Nakon proizvodnje kesten pirea, proizvod se prebacuje u drugu prostoriju te se pakira u jediničnu, a zatim i u sekundarnu ambalažu. Jedan dio gotovog proizvoda u skladu sa zadanim kapacitetom se pohranjuje u hladnjaču, dok se ostatak dovodi do prostora za otpremu u kojem se utovaruje u dostavno vozilo.

Neproizvodni dio objekta smješten je zasebno te se sastoji od ureda direktora, tehnologa, računovodstva, laboratorija, blagovaonice s čajnom kuhinjom, garderobno-sanitarnog bloka za žene i muškarce i sredstava za pranje i čišćenje. Sve prostorije su projektirane sukladno zakonskoj regulativi primjenjivanoj u Republici Hrvatskoj vodeći računa i o standardima EU, objekt je projektiran u skladu sa dobrom proizvođačkom praksom, pravnim i higijensko-sanitarnim regulativama. Efikasnost, ekonomičnost i visoki higijensko-sanitarni nivo postignuti su sprječavanjem mogućnosti križanja putova te kontakta proizvodnog i neproizvodnog osoblja.

#### 4.2. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE KESTEN PIREA



Slika 7. Blok shema proizvodnje kesten pirea



Slika 7. prikazuje tehnološki postupak prerade svježeg kestena do kesten pirea. U nastavku su detaljno opisane pojedine faze procesa.

#### 4.2.1. Sakupljanje svježeg kestena

Za kvalitetu konačnog proizvoda od iznimne je važnosti pravovremena berba. Za određivanje roka berbe se ravnamo prema subjektivnim i objektivnim pokazateljima. Subjektivni pokazatelji su organoleptičke analize, a objektivni su mjerenja pomoću instrumenata. Vrijeme berbe se također može odrediti veličinom i bojom ploda, te se u obzir uzimaju i trenutni troškovi radne snage, no najbolje je čekati da plodovi sami otpadnu sa stabla jer su tada u potpunosti zreli, te samim time i ukusniji (Hunt i sur., 2012).

Najpovoljniji i najjednostavniji način sakupljanja kestena je ručno, jer ih je zbog postepenog dozrijevanja potrebno sakupljati i više puta dnevno (Klinac, 2000).

Kesteni će se sakupljati svaki dan za vrijeme sezone kestena kako bi se svelo na minimum opasnost od infekcije mikroorganizmima te gubitak kvalitete uzrokovan stajanjem na suncu. Postavljati će se jeftine polipropilenske mreže ispod stabla kako ne bi došlo do direktnog kontakta kestena i zemlje te će se na taj način smanjiti mogućnost nastanka infekcija. Plodovi će se sakupljati u vreće, te će se tako sakupljeni plodovi transportirati kamionima do tvornice za preradu kestena i to što je moguće brže budući da kesten kao svježe voće ima velik udio vode (između 40 i 60 %), pa se može brzo pokvariti (Olsen i Raab, 2002).

#### 4.2.2. Čišćenje i kalibriranje

Nakon dopremanja svježih kestena u postrojenje za preradu potrebno je provjeriti zahtjeve za kvalitetom sirovine.

Linija za čišćenje i kalibraciju se sastoji od: prihvatnog koša, lančanog elevatora, uređaja za usis onečišćenja, centrifugalne električne puhalice, taložnog kontejnera, uređaja za kalibraciju i elektronske kontrolne ploče.

Nakon provjere kvalitete sirovina se ubacuje u prihvatni koš, koji je ukopan u zemlju, te je izrađen od obojanog ugljičnog čelika. Zatim se lančanim elevatorom, koji se sastoji od konstrukcije izrađene od obojanog ugljičnog čelika, remena sa nastavcima izrađenog od PVC materijala, podiže do uređaja za usis onečišćenja. Motorizacija se odvija preko elektromotora. U uređaj za usis onečišćenja, koji je izrađen od obojanog ugljičnog čelika, se upuhuje zrak pomoću centrifugalne električne puhalice te se odstranjuju sve nečistoće kao što su lišće, vlakna i kesteni koji ne zadovoljavaju standard, te se ispuštaju u taložni kontejner, izrađen od ugljičnog čelika.

Zatim očišćeni kesteni padaju na uređaj za kalibriranje, gdje se sortiraju u više veličina (Slika 8). Uređaj za kalibriranje se sastoji od 7 cilindričnih filtara s promjerom 1300 mm, dužine 1200 mm (svaki), koji formiraju cilindar za kalibriranje (Slika 9). Na taj način plodovi se podijele u 7 veličina, uključujući one plodove koji su izvan kalibra, u liniji se pod svakim filtrom nalazi posuda za skupljanje kestena. Konstrukcija je izrađena od ugljičnog čelika.

Nakon kalibriranja plodovi se prikupljaju u kutije za skladištenje. Kesteni većih dimenzija su namijenjeni za prodaju u svježem stanju, dok kesteni manjih dimenzija odlaze na liniju brulage, gdje će se oljuštiti i naknadno zamrznuti.

Cijelom linijom za čišćenje i kalibriranje kestena se upravlja pomoću elektronske kontrolne ploče.



Slika 8. Prikaz uređaja za kalibriranje (Anonymous 5, 2018)



Slika 9. Prikaz valjaka za kalibraciju (Anonymous 6, 2018)

#### 4.2.3. Skladištenje kestena

Višak kestena kojeg nije moguće dnevno preraditi skladištiti će se u kavezima za skladištenje i prijevoz, koji su rešetkaste konstrukcije te se time osigurava provjetravanje (Slika 10). Kavezi su izrađeni od željezne konstrukcije, te su izuzetno čvrsti i otporni, a u skladištu se stavljaju jedan na drugi, te je moguća manipulacija viličarem.



Slika 10. Prikaz kaveza za skladištenje i prijevoz kestena (Anonymous 7, 2014)

Primijeniti će se metoda hladnog skladištenja pri 0 °C. Smanjenjem temperature između 10 i 0 °C smatra se najefikasnijom tehnikom u usporavanju metaboličke aktivnosti kod voća i povrća. Kesteni su vrlo pogodno voće za skladištiti hlađenjem budući da nisu podložni ozljedama uzrokovanim smanjenjem temperature (FAO, 2003).

Potrebno je slijediti sljedeće korake kod skladištenja kestena hlađenjem (FAO, 2003):

- Potrebno je napuniti kaveze za skladištenje kestenjem, te ih u skladištu poslagati jedne na druge i to tako da se poslažu u linije, potrebno je da budu što je moguće bliže jedna drugoj u linijama dok razmak između redova treba biti 20 cm.
- Potrebno je provjeravati temperaturu i relativnu vlažnost zraka svaki dan (temperatura treba biti 0 °C, dok relativna vlažnost zraka treba biti 90 %). Korištenjem modernog načina skladištenja hlađenjem moguće je skladištiti kestene od 4 do 12 mjeseci (Bounous, 2005).

#### 4.2.4. Brulage

Nakon što su kesteni očišćeni i kalibrirani, potrebno ih je oljuštiti za što se koristi tehnika paljenjem ili Brulage (Slika 11). Kesteni koji se koriste u liniji Brulage imaju promjer manji od 26 mm.

Kavezi s kestenima se postavljaju jedan po jedan na čelične nosače, koji pridržavaju kutije te ih prevrću i osiguravaju da određena količina kestena dospije u prihvatni koš sa elevatorom. Elevator zatim podiže i prenosi kestene na potrebnu visinu na kojoj se njima može puniti predgrijač. Predgrijač upuhuje topli zrak temperature između 40 i 70 °C u prostor gdje se nalaze kesteni, te oni ostaju ovdje točno 40 minuta (Mujić, 2014). Zatim PVC elevator preuzima kestene koji dopijevaju iz predgrijača i podiže ih do određene visine do stroja s lancima. Stroj s lancima se sastoji od dva lanca koje pokreće električni motor te podiže kestene jedan po jedan i prenosi ih u peći. Stroj je izrađen od obojanog ugljičnog čelika. Kesteni se u peći zadržavaju kratko vrijeme, tretiraju se plamenom koji zapeče vanjsku ljusku te unutarnju ljuspicu ploda bez da ošteti samu pulpu ploda (Slika 12). Vrijeme izlaganja kestena plamenu je podesivo te iznosi između 10 i 15 sekundi, te je temperatura također podesiva i iznosi između 450 do 500 °C. Za peći se upotrebljava LPG (eng. *Liquid Petroleum Gas*) plin. Peći se sastoje od posebnih grijača te od mineralne vune koja služi kao izolacijski materijal. Okvir za koji su pričvršćene peći je izrađen od obojanog ugljičnog čelika te se sa strane nalaze ljestve s ogradom koje omogućavaju ovlaštenom osoblju bolji pristup. Zatim kesteni dolaze do tangencijalnog čistaća, gdje se im se skida tvrda ljuska. Nakon izlaska iz tangencijalnog čistaća, kesteni se sakupljaju na pokretnu traku, izrađenu od nehrđajućeg čelika. Usijane vruće ljuske na izlazu iz tangencijalnih čistaća i sitnije ostatke ljusaka kestena sakuplja jedinica za sakupljanje i

uklanjanje ljusaka. Ljuske se miješaju s vodom, te se filtriraju i odbacuju se iz procesa u posebne spremnike iz kojih će biti odbačene u otpad. Kesteni, koji se nalaze na pokretnoj traci prenose se do uređaja koji odvaja trule kestene, dok se preostali kesteni peru prije završnog ljuštenja. Posebnim elevatorom koji nalikuje na labuđi vrat kesteni se prenose do sljedećih uređaja parabojlera gdje se tretiraju vrućom vodom s ciljem zagrijavanja unutarnje ljuspice plodova. Zatim se dovode do sljedećeg stroja koji pomoću mehaniziranih gumenih valjaka uklanja ljuspicu ploda. Uređaj je izrađen od nehrđajućeg čelika. Pomoću elevatora se kesteni transportiraju u posude iz kojih se prenose u jedinicu za elektronski inspekcijski pregled i sortiranje. Kesteni koji su savršeno oljušteni se transportiraju u IQF (eng. *Individual Quick Freezing*) tunel za zamrzavanje, dok se oni koji nisu dobro oljušteni ili nisu zadovoljavajuće boje ili oblika dopremaju do postrojenja za hidraulično ljuštenje.

To postrojenje sastoji se od: hidrauličnog guljača, izrađenog od nehrđajućeg čelika, koji ljušti kestene pomoću vode; bubnja za sakupljanje vode; jedinice za filtriranje i zagrijavanje vode; potpornog okvira. Kesteni se tretiraju vrućom vodom te dolazi do odstranjivanja zaostale kože. Kesteni koji izlaze sa hidrauličnog ljuštača prenose se do jedinice za elektronski inspekcijski pregled i sortiranje, koji razdvaja oštećene od kestena prve klase.

Kesteni sa oštećenjem se sakupljaju u kutije dok oni koji su manje oštećeni ili kesteni druge klase ili odlaze direktno na liniju za proizvodnju kesten pirea ili se zamrzavaju u IQF tunelu za zamrzavanje.

Kesteni prve klase se na izlazu iz jedinice za elektronski inspekcijski pregled još jednom sakupljaju na traku za inspekcijski pregled gdje osoblje ručno provjerava da sustavu nije promaklo neko oštećenje. Zatim se prenose pomoću tlačnog hidrauličnog transportera do IQF tunela za zamrzavanje. Prije zamrzavanja kesteni se odvajaju iz vode koja se koristi kao transportno sredstvo te se dopremaju do vibracijskog stola (Slika 13) gdje se uz pomoć puhalica odstranjuje voda.

IQF tunel za zamrzavanje se sastoji od elevatora nalik na labuđi vrat te od tunela gdje se provodi postupak zamrzavanja. Rashladno tijelo koje se koristi prilikom zamrzavanja jest amonijak (NH<sub>3</sub>). Šok zamrzavanje je proces koji koristi temperaturu od -40 °C kako bi ohladio kestene sa temperature od 15 °C na temperaturu od -18 °C. Prilikom ovakvog načina zamrzavanja, formiraju se mikro kristali koji prilikom otapanja ne pucaju, čime se osigurava da ne dođe do pucanja strukture namirnice te se samim time osigurava da namirnica ne gubi na

kvaliteti. Kesteni se na izlasku iz tunela za zamrzavanje sakupljaju u boks palete te se odmah skladište pri temperaturi od  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Ostaci ljuspica koji su odbačeni sakupljaju se u kanale s vodom. Od ukupne količine kestena koji se unosi u sustav i podvrgava procesu ljuštenja, 25 % otpada na ljusku (Miller, 2009). Ti ostaci se ponovno sakupljaju, iznose izvan prostora obrade kestena i filtriraju posebnim sustavom za filtriranje ostataka i odbacuju u spremnike za otpad. Cijelu proizvodnu liniju kontrolira elektronska kontrolna ploča.



Slika 11. Prikaz linije za ljuštenje kestena tehnikom brulage (Guyer i sur., 2005).



Slika 12. Prikaz peći (Anonymous 8, 2018)

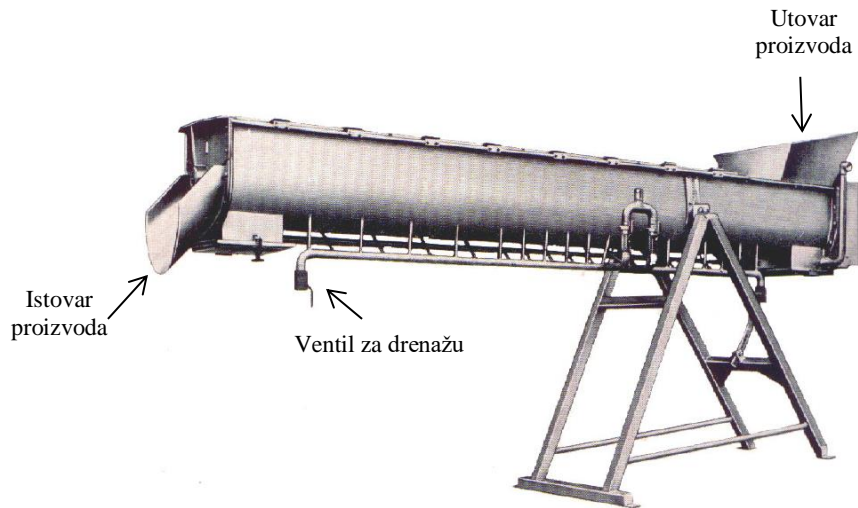


Slika 13. Prikaz vibracijskog stola (Anonymous 9, 2018)

#### 4.2.5. Proizvodnja kesten pirea od cijelog oljuštenog kestena

Svježi ili zaleđeni cijeli oljušteni kesteni prve klase se koriste u proizvodnji kesten pirea. Također se na liniju dovode i kesteni druge klase bilo direktno s linije gdje se provodi ljuštenje ili zaleđeni kesteni. Zaleđeni kesteni koji su skladišteni u boks paletama dovode se do linije za proizvodnju kesten pirea. Postavljaju se na prikladne okvire koji prevrću boks palete na transportnu traku koja ih prenosi do grijanog pužnog elevatora pomoću kojeg se kesteni dovode do uređaja za kuhanje, koji se naziva pužni blanšer.

Sam postupak kuhanja se provodi direktno uvođenjem pare, ukoliko se polazi od zamrznutog kestena, vrijeme kuhanja je oko 40 minuta na oko 65-70 °C (Mujić, 2014). Ukoliko se polazi od svježeg, direktno prerađivanog kestena vrijeme kuhanja se smanjuje. Pužni blanšer na paru se sastoji od kotla koji je izrađen od nehrđajućeg čelika, te od puža koji služi za transport proizvoda (Slika 14). Nakon što se završi sa postupkom kuhanja, ekstrahirana masa, transportira se pomoću specifične pumpe koja dozira točno određenu količinu mase u uređaj koji se naziva turbo pasirka, gdje se vrši homogenizacija proizvoda. Homogenizirana kaša ili pire se prenosi u miješalicu gdje se miješa sa sirupom koji je pripremljen u posebnom postrojenju za pripremu sirupa. Sam mikser koji sadrži pumpu za transport karakterizira dvostruka horizontalna podloga s kontra rotirajućim bubnjevima. Zatim se pire pomoću pumpe prenosi u rafinator pirea gdje se dobiva pire velike gustoće. Cijelu proizvodnu liniju kontrolira elektronska kontrolna ploča.



Slika 14. Prikaz pužnog blanšera (Anonymous 10, 1996)

#### 4.2.6. Označavanja i pakiranje u jedinična pakiranja, zamrzavanje pirea od kestena i pakiranje u transportnu ambalažu

Kesten pire će se pakirati u blokovima od 250 g u foliju korištenjem stroja za pakiranje i formiranje „brick“ pakovanja iz folije. Proizvod se dovodi sa linije za proizvodnju kesten pirea do linije za pakiranje pomoću volumetrijske pumpe. Prilikom pakiranja u jediničnu ambalažu vrši se i označavanje te postavljanje deklaracije na sam proizvod prema Direktivi 2000/13/EZ. Nakon pakiranja proizvod se pomoću pokretne trake dovodi do spiralnog tunela za zamrzavanje gdje se duboko smrzava na temperaturu od -18 do -24°C. Provodi se postupak brzog zamrzavanja, temelji se na činjenici da se izdvajanjem vode i sniženjem temperature postiže veća stabilnost kesten pirea. Rok trajanja proizvoda je 540 dana odnosno 18 mjeseci.



### 4.3. POPIS UREĐAJA I OPREME

U tablici 1. prikazan je detaljan popis uređaja i opreme, opisane su dimenzije i karakteristike uređaja.

Tablica 1. Prikaz popisa uređaja i opreme

Pozicija	Naziv uređaja	Dimenzije (dužina x širina x visina-mm)	Karakteristike
<b>1. Linija za ljuštenje i zamrzavanje kestena</b>			
<b>1.1.</b>	Visoko podizni električni viličar FXV 14 (i) N	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kapacitet vaganja do 2000 kg</li> <li>- maksimalna visina dizanja do 5316 mm</li> <li>- brzina vožnje 10 km h<sup>-1</sup></li> </ul>
<b>1.2.</b>	Prihvatni koš	2000 x 2000	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ukopan u zemlju prihvatni koš</li> <li>- načinjen od obojanog ugljičnog čelika</li> </ul>
<b>1.3.</b>	Lančani elevator	7000 x 300	Sastoji se od: <ul style="list-style-type: none"> <li>- konstrukcije načinjene od obojanog ugljičnog čelika</li> <li>- PVC traka za transport sa nastavcima</li> <li>- uređaj se pokreće pomoću elektromotora</li> <li>- potpornog okvira.</li> </ul>
<b>1.4.</b>	Uređaj za usis onečišćenja	655 x 705 x 900	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uređaj koji uklanja prazne kestene, lišće te druge lagane materijale usisavanjem</li> <li>- načinjen od obojanog ugljičnog čelika</li> </ul>
<b>1.5.</b>	Centrifugalna električna puhalica	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- služi za upuhivanje zraka</li> </ul>
<b>1.6.</b>	Taložni kontejner	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kontejner gdje se ispuštaju nečistoće</li> <li>- izrađen od ugljičnog čelika</li> </ul>
<b>1.7.</b>	Uređaj za kalibraciju	9200 x 1600 x 1800	<ul style="list-style-type: none"> <li>- valjci za kalibriranje se sastoje od 7 cilindričnih filtra s promjerom 1300 mm, dužinom 1200 mm (svaki)</li> <li>- proizvod se podijeli u 7 veličina (uključujući one proizvode koji su izvan kalibra)</li> </ul>
<b>1.8.</b>	Elektronska kontrolna ploča	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>- upravljačka ploča regulira CEI s niskonaponskim kontrolama i magnetno – termičkim osiguračima za svaki motor</li> </ul>
<b>1.9.</b>	Kavez za skladištenje kestena	1200 x 1200 x 1700	<ul style="list-style-type: none"> <li>- potpuno rastavljiv radi transporta</li> </ul>

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- stavljanje u skladište jedan na drugi</li> <li>- manipulacija viličarem</li> <li>- maksimalno punjenje 1000 kg</li> </ul>
<b>1.10.</b>	Čelični nosači	1200 x 1200 x 1700	<ul style="list-style-type: none"> <li>- izrađeni od obojanog ugljičnog čelika</li> <li>- omogućavaju prevrtanje kaveza u prihvatnu posudu sa elevatorom</li> </ul>
<b>1.11.</b>	Prihvatni koš sa elevatorom	1200 x 1200 x 1700 5000 x 300	<ul style="list-style-type: none"> <li>- prihvaća kestene</li> <li>- prenosi kestene do predgrijača</li> </ul>
<b>1.12.</b>	Predgrijač	2000 x 1000 x 1700	<ul style="list-style-type: none"> <li>- upuhuje topli zrak temp. od 40-70 °C</li> </ul>
<b>1.13.</b>	PVC elevator	5000 x 300	<ul style="list-style-type: none"> <li>- konstrukcija izrađena od ugljičnog čelika</li> <li>- elevator prenosi kestene od predgrijača do stroja s lancima</li> </ul>
<b>1.14.</b>	Stroj s lancima	1400 x 1200	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uređaj se sastoji od koša izrađenog od ugljičnog čelika te od dva lanca koja pokreće elektromotor</li> </ul>
<b>1.15.</b>	Peći	Dimenzije peći za spaljivanje: Dužina x promjer (mm) 1550 x 330	<p>Sastoje se od:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dvije „brulage“ peći, uređaj se pokreće pomoću elektromotora</li> <li>- dvije peći za spaljivanje (izolacija je omogućena pomoću mineralne vune, potporna konstrukcija izrađena od obojanog ugljičnog čelika).</li> </ul>
<b>1.16.</b>	Tangencijalni čistaći	750 x 800	<ul style="list-style-type: none"> <li>- izrađeni od AISI 304 nehrđajućeg čelika</li> </ul>
<b>1.17.</b>	Pokretna traka za sakupljanje kestena od nehrđajućeg čelika	4000 x 300	<ul style="list-style-type: none"> <li>- traka sakuplja kestene na izlazu iz tangencijalnog čistaća te ih doprema do sljedećih jedinica</li> <li>- sadrži koš gdje se skupljaju ljuške</li> <li>- izrađena od nehrđajućeg čelika</li> </ul>
<b>1.18.</b>	Jedinica za sakupljanje i odstranjivanje ljuški	Dimenzije filtrirajućeg bubnja: Dužina x promjer (mm) 750 x 770	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jedinica koja omogućava sakupljanje usijanih vrućih ljuški te njihovo uklanjanje iz sustava, usijane vruće ljuške se miješaju s vodom te se filtriraju i odbacuju u iz daljnjeg procesa u posebne spremnike</li> </ul>

<b>1.19.</b>	Jedinica za pranje i čišćenje	<p>Dimenzije spremnika: 2200 x 1000 x 1200</p> <p>Dimenzije elevatora: 4000 x 500</p> <p>Promjer bubnja (mm): 480</p> <p>Radna dimenzija spremnika (dužina x visina (mm)): 1000 x 600</p> <p>Dimenzije filtera (dužina x širina x visina): 1400 x 840 x 1300</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- jedinica uklanja trule kestene i ljusku te pere kestene prije završnog guljenja</li> <li>- jedinica se sastoji od:</li> <li>- spremnika punog vode koji prima kestene</li> <li>- elevatora koji izdvaja kestene iz spremnika</li> <li>- filtrirajući bubanj</li> </ul>
<b>1.20.</b>	Elevator koji nalikuje na labuđi vrat	4000 x 300	<ul style="list-style-type: none"> <li>- izrađen od nehrđajućeg čelika AISI 304</li> </ul>
<b>1.21.</b>	Parabojler	<p>3500 x 850</p> <p>Promjer pužnog vijka (mm): 250</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- u potpunosti izrađen od nehrđajućeg čelika</li> <li>- Sastoji se od:</li> <li>- unutarnjeg pužnog vijka</li> <li>- sustava za injektiranje pare</li> </ul>
<b>1.22.</b>	Odvajač ljuspice ploda	<p>2350 x 1100 x 1750</p> <p>Dimenzije radnog stola (mm): 400 x 1800</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uređaj izrađen od nehrđajućeg čelika AISI 304</li> <li>- sadrži mehanizirane gumene valjke koji se okreću u suprotnom smjeru</li> </ul>
<b>1.23.</b>	Dvostruki elevator koji nalikuje na labuđi vrat sa spremnikom	<p>Dimenzije elevatora (mm): 4000 x 300</p> <p>Dimenzije spremnika (mm): 2050 x 1200 x 950</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- izrađen od nehrđajućeg čelika AISI 304</li> </ul>
<b>1.24.</b>	Elektronska jedinica za inspekcijski pregled i sortiranje	Širina inspekcijske trake (mm): 750	<p>Sastoji se od:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- dijela koji doprema kestene</li> <li>- uređaj za elektronsko sortiranje sa kamerom u boji</li> </ul>

			- sustav za sortiranje otpadaka
<b>1.25.</b>	Traka za sakupljanje proizvoda	2500 x 200	- izrađena od nehrđajućeg čelika AISI 304
<b>1.26.</b>	Postrojenje za hidraulično ljuštenje	-	Postrojenje se sastoji od: - hidrauličnog ljuštača (izrađen od nehrđajućeg čelika AISI 304, guli kestene pomoću vode) - bubnja za sakupljanje vode - jedinice za filtriranje i zagrijavanje vode - od potpornog okvira.
<b>1.27.</b>	Traka za inspekcijski pregled i sortiranje	4000 x 800	- sadrži stazu za osoblje uz pomoć koje ono provodi inspekciju postrojenja
<b>1.28.</b>	Hidraulični transporter za kestene I. kvalitete	-	Jedinica se sastoji od: - sabirnog spremnika sa regulacijskim ventilom i mjerачem razine vode - centrifugalne pumpe sa povratnim rotorom koja se koristi za transport kestena u vodi - cijev za dovođenje vode DN100 - centrifugalna pumpa za prijenos povratne vode - elevator u spremniku koji služi za izdvajanje kestena iz vode za transport
<b>1.29.</b>	Vibracijski stol	1875 x 1000	- dvije puhalice koje se koriste za uklanjanje vode
<b>1.30.</b>	Jedinica za filtriranje ostataka te sakupljanje u spremnike za otpad	Dimenzije filtrirajućeg bubnja (dužina x promjer (mm)): 750 x 770	- Sustav omogućuje sakupljanje ljsaka na kraju linije. - Jedinica se sastoji od: - filtracijskog bubnja (izrađen od nehrđajućeg čelika AISI 304) - elektro pumpe koja vraća filtriranu vodu u kanale za sakupljanje - vijčani transporteri koji sakupljaju filtrirane otpatke i uklanjanju ih iz sustava
<b>1.31.</b>	Elektronska kontrolna ploča	-	- proizvedeno u skladu sa CE propisima
<b>1.32.</b>	Elevator koji nalikuje na labuđi vrat koji transportira kestene	4000 x 300 x 2700	- izrađen od nehrđajućeg čelika

	do tunela za zamrzavanje		
<b>1.33.</b>	IQF tunel za zamrzavanje	7250 x 6410 x 42250	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kapacitet uređaja: 2000 kg h<sup>-1</sup></li> <li>- rashladni medij: NH<sub>3</sub></li> <li>- temperatura hlađenja: -40°C</li> <li>- temperatura proizvoda prije hlađenja: 15°C</li> <li>- temperatura proizvoda nakon hlađenja: -18°C</li> <li>- kapacitet vode za pranje: 20 m<sup>3</sup>/ciklusu</li> <li>- brzina protoka vode tijekom odležavanja, min. 15°C: 10-12 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup></li> <li>- vrijeme odmrzavanja vode (+15°C) tijekom 15 minuta: 12 m<sup>3</sup> h<sup>-1</sup></li> </ul>
<b>1.34.</b>	Jedinica za sakupljanje IQF zaleđenog voća u boks palete	2000 x 400	<ul style="list-style-type: none"> <li>- IQF zamrznuto voće se puni u boks palete te se skladišti pri temp. od -25°C.</li> <li>- Jedinica se sastoji od:</li> <li>- transportnog remena koji sadrži kotače</li> <li>- prostora gdje se postavljaju boks palete u koju se pune zamrznuti kesteni te vage s područjem mjerenja do 300 kg</li> <li>- elektronska upravljačke ploče.</li> </ul>
<b>2. Proizvodnja kesten pirea</b>			
<b>2.1.</b>	Jedinica za pražnjenje boks paleta te transport zaleđenih kestena do sljedećih jedinica	<p>Maksimalne dimenzije boks paleta: 1000 x 1000 x 700</p> <p>Dimenzije transportne trake: 800 x 400</p>	<p>Jedinica se sastoji od:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- uređaja za pražnjenje boks paleta u prihvatni koš</li> <li>- transportne trake koja prenosi zamrznute kesteni do sljedećih jedinica</li> <li>- elektronska upravljačka ploča</li> </ul>
<b>2.2.</b>	Grijani pužni elevator sa prihvatnim košem	<p>Dužina elevatora (mm): 4200</p> <p>Promjer pužnog elevatora (mm): 200</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- konstrukcija izrađena od nehrđajućeg čelika AISI 304</li> <li>- kapacitet prihvatnog koša: 300 l</li> </ul>
<b>2.3.</b>	Pužni blanšer	<p>Dužina pužnog blanšera (mm): 3000</p> <p>Promjer pužnog blanšera (mm):</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- uređaj u potpunosti izrađen od nehrđajućeg čelika AISI 304</li> <li>- uređaj omogućava kuhanje proizvoda pomoću direktnog ubrizgavanja pare</li> <li>- potrošnja pare: do 260 kg h<sup>-1</sup></li> </ul>

		700	
<b>2.4.</b>	Mono pumpa za prijenos pirea I. kvalitete	-	- služi za transport pirea od kestena do turbo pasirke
<b>2.5.</b>	Potporna konstrukcija koja omogućava pristup uređajima za inspekcijski pregled	-	-
<b>2.6.</b>	Turbo pasirka	-	- omogućava homogenizaciju kesten pirea nakon kuhanja - uređaj izrađen od nehrđajućeg čelika AISI 304
<b>2.7.</b>	Miješalica sa pumpom za prijenos proizvoda	Dimenzije miješalice (mm): promjer posude-400 dužina posude-1600	- omogućava pravilno miješanje sirupa i kesten pirea
<b>2.8.</b>	Postrojenje za pripremu sirupa	Dimenzije (mm): Dužina x visina 2900 x 1650	- omogućava pravilno miješanje vode i šećera te se otopina održava na prikladnoj temperaturi i zatim se dozira u kesten pire - Postrojenje se sastoji od: - posude u kojoj se nalazi šećer - pločastog izmjenjivača topline koji služi za zagrijavanje vode - spremnika za miješanje sa kapacitetom od 400 l; spremnik se može odozgo otvoriti, te ima priključak za cijevi pomoću kojih se vrši recikliranje
<b>2.9.</b>	Rafinator pirea	2500 x 1450 x 1920	- uređaj izrađen od nehrđajućeg čelika AISI 304 - uređaj se koristi za rafinaciju pirea velike gustoće
<b>2.10.</b>	Mono pumpa za transfer pirea II. kvalitete	-	-
<b>2.11.</b>	Uređaj za punjenje kesten pirea i formiranje „brick“ pakiranja	-	- uređaj koji puni kesten pire u foliju i formira „brick pakiranja“
<b>2.12.</b>	C.I.P. sustav za pranje	-	- konstrukcija izrađena od nehrđajućeg čelika AISI 304/AISI 316
<b>2.13.</b>	Elektronska kontrolna ploča	-	- izrada prema CE propisu - kabinet izrađen od nehrđajućeg čelika

<b>2.14.</b>	Spiralni tunel za zamrzavanje kesten pirea	-	-
<b>2.15.</b>	Uređaj za sekundarno pakiranje zamrznutog proizvoda u kartonsku ambalažu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- min dimenzija kutije (dužina x širina x visina mm): 200 x 170 x 150</li> <li>- max dimenzija kutije (dužina x širina x visina mm): 730 x 700 x 400</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- zapakirani kesten pire se ručno ili automatski dovodi do dijela linije gdje se vrši pakiranje proizvoda u kutije</li> <li>- kao spojnica za zatvaranje kutije s koristi PVC traka</li> </ul>

#### 4.4. POPIS PROSTORIJA I OPREME

U tablici 2. je prikazan popis prostorija i opreme, prikazana je optimalna temperatura te površina svake pojedine prostorije.

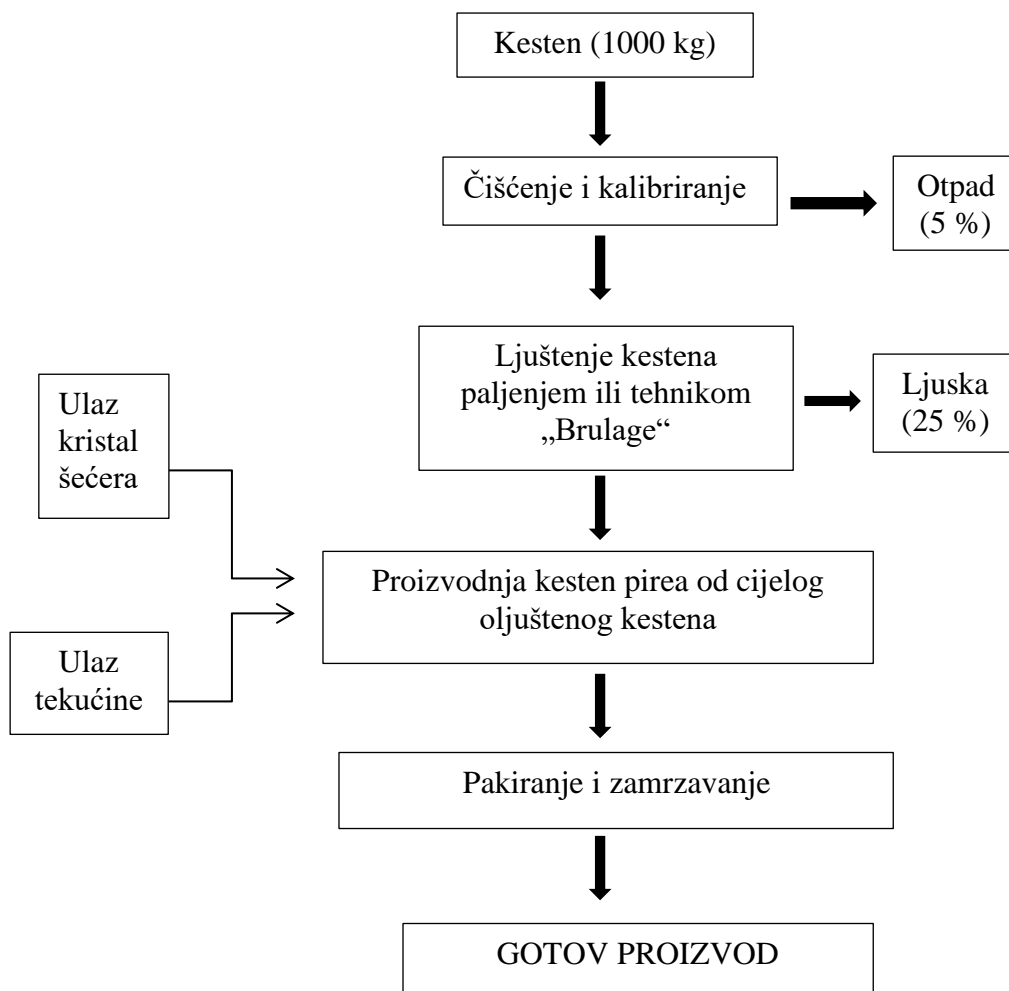
Tablica 2. Prikaz popisa prostorija i opreme

<b>Redni broj</b>	<b>Prostorija</b>	<b>Temperatura (°C)</b>	<b>Površina (m<sup>2</sup>)</b>
1.	Prostor za liniju za prijem, čišćenje i kalibriranje kestena	22	200
2.	Prostor za prihvat kestena koji idu na ljuštenje i predgrijač	22	153
3.	Hodnik 1	22	79
4.	Skladište za kestene 1	0	87
5.	Skladište za kestene 2	0	86
6.	Skladište za kestene 3	0	86
7.	Prostorija za peći	25	83
8.	Hodnik 2	22	72
9.	Prostorija za ljuštenje kestena metodom „brulage“	22	191
10.	Tunel za zamrzavanje	-18	146
11.	Hladno skladište za oljuštene kestene 1	-25	78
12.	Hladno skladište za oljuštene kestene 2	-25	79
13.	Hladno skladište za oljuštene kestene 3	-25	79
14.	Hodnik 3	22	69
15.	Prostor za liniju za proizvodnju kesten pirea	22	107
16.	Prostorija za pripremu sirupa	22	30
17.	Skladište pomoćnih materijala	14-18	36
18.	Prostorija za punjenje viličara	-25	22
19.	C.I.P. sustav za pranje	22	16
20.	Skladište ambalaže	22	108
21.	Hodnik 4	22	20
22.	Skladište pribora i sredstava za čišćenje	22	21
23.	Kotlovnica	22	40



24.	Prostor za liniju za pakiranje kesten pirea	0	201
25.	Skladište gotovog proizvoda	-25	71
26.	Prostorija za otpremu proizvoda	22	71
27.	Hodnik 5	22	16
28.	Blagovaonica i čajna kuhinja	22	26
29.	Hodnik 6	22	11
30.	Ženski sanitarno-garderobni blok	22	38
31.	Muško sanitarno-garderobni blok	22	49
32.	Hodnik 7	22	44
33.	Ured direktora	22	31
34.	Ured tehnologa	22	20
35.	Računovodstvo	22	19
36.	Laboratorij	22	28
37.	Hodnik 8	22	5
		<b>Ukupno:</b>	<b>2518</b>

#### 4.5. MATERIJALNA BILANCA



Slika 15. Prikaz kretanja materijala od ulaza sirovine do proizvodnje gotovog proizvoda

Kesten koji se koristi za proizvodnju kesten pirea potrebno je prvo očistiti od nečistoća. Postupkom čišćenja se uklanja 5 % otpada. Nakon čišćenja potrebno je očišćen kesten oljuštiti tehnikom „brulage“, postotak ljuske u kestenu je 25 %. Prilikom računanja materijalne bilance potrebno je primijeniti zakon o očuvanju mase odnosno masa materijala koji ulazi u proces jednaka je masi materijala koji iz procesa izlazi. Na slici 15. prikazano je kretanje materijala od ulaza sirovine do proizvodnje gotovog proizvoda. Na ulazu u proces je masa kestena 1000 kg, nakon čišćenja se ukloni 5 % otpada što iznosi 50 kg, dalje u proces ljuštenja se ide sa očišćenim kestenom mase 950 kg, te 25 % otpada na ljusku što bi značilo da se dobije 712 kg oljuštenog kestena, dok na ljusku otpada 238 kg (Tablica 3).

Tablica 3. Prikaz materijalne bilance za preradu 1000 kg kestena na ulazu.

Kapacitet prerade kestena (kg):	1000
Čišćenjem se uklanja 5 % otpada (kg):	50
Očišćen kesten (kg):	950
Ljuštenjem se uklanja ljuska na koju otpada 25 % (kg):	238
Oljušten kesten (kg):	712

Kako bi se izračunala materijalna bilanca proizvodnje kesten pirea od cijelog oljuštenog kestena da bi se dobilo 1000 kg finalnog proizvoda potrebno je uzeti u obzir da suha tvar ostaje nepromijenjena za vrijeme procesa odnosno količina suhe tvari je ista na ulazu i izlazu. Suha tvar kestena je 50 %, a suha tvar kesten pirea je 50 %, dok je suha tvar tekućina 20 %, a suha tvar šećera 70 %. Kreće se od pretpostavke da za 1 kg pirea od čistog kestena se dodaje 0,25 kg šećera, vino, marsala, rum i vanilija, što bi značilo da se od 1 kg baznog pirea dobije 1,25 kg finalnog pirea. Potrebno je postaviti tri jednadžbe. Prva jednadžba se odnosi na ukupnu materijalnu bilancu za kesten pire koja je jednaka sumi svih potrebnih sastojaka. Kako bi se dobilo 1000 kg finalnog proizvoda, potrebno je 800 kg očišćenog pirea te 200 kg šećera, tekućine i začina. Druga jednadžba opisuje da je suha tvar kesten pirea jednaka sumi suhe tvari kestena, šećera i tekućine. Treća jednadžba opisuje da je suha tvar kestena u pireu jednaka suhoj tvari kestena u kestenu. Kada se u jednadžbe uvrste svi poznati podaci kao rezultat se dobije da je za 1000 kg kesten pirea potrebno dodati 800kg očišćenog kestena te 120 kg šećera i 80 kg tekućine i začina (Tablica 4).

Tablica 4. Prikaz normativa proizvodnje kesten pirea od cijelog oljuštenog kestena.

MATERIJAL	NORMATIV ZA 1000 KG PROIZVODNJE (KG)	NORMATIV DNEVNE PROIZVODNJE (KG)
Oljušteni kesten (kg):	800	10800
Šećer (kg):	120	1600
Tekućine i začini (vino, marsala, rum i vanilija) (kg):	80	1100
Ukupno:	1000	13500

Tvornica zaprimi godišnje 1000 t, a ako se berba provodi 2 mj. to je onda 17 t cijelog kestena dnevno. Obzirom da na ljuštenje dnevno ide 10 t iz čega se dobije 7,1 t oljuštenog kestena skladištiti se mora 7 tona dnevno cijelog kestena.

Kako bi se izračunao volumen skladišta oljuštenog kestena koji omogućuje skladištenje za 60 dana proizvodnje potrebno je prvo odrediti broj boks paleta potreban za jedan dan proizvodnje, što je jednako dnevnoj količini oljuštenog kestena kroz masa boks palete, te se kao konačan rezultat dobije 18 komada. Dobiveni rezultat se pomnoži sa brojem dana koliko je potrebno za skladištenje, te se kao rezultat dobije 1080, što bi značilo da je toliko komada potrebno za 60 dana proizvodnje. Potrebno je izračunati volumen skladišta potreban za jednu boks paletu, što je jednako umnošku dužina x širina x visina boks palete, te je rezultat 0,7 m<sup>3</sup>. Zatim se dobiveni rezultat pomnoži sa brojem boks paleta potrebnih za 60 dana proizvodnje, te se dobije rezultat da je potreban volumen od 756 m<sup>3</sup>. Boks palete se mogu slagati do 6 redova u visinu, te kada se dobiveni rezultat podijeli sa 6, dobije se da je potreban volumen 126 m<sup>3</sup>. Također je potrebno ostaviti 30 % prostora za manipulaciju, te se kao konačan rezultat dobije da je potrebno 164 m<sup>3</sup> prostora za skladištenje za 60 dana proizvodnje (Tablica 5).

Tablica 5. Prikaz proračuna volumena skladišta oljuštenog kestena.

Broj boks paleta potreban za jedan dan proizvodnje (kom)	Dnevna količina oljuštenog kestena(kg)/masa boks palete(kg) = 7100/400	18
Broj boks paleta potreban za 60 dana proizvodnje (kom)	Broj boks paleta potreban za jedan dan proizvodnje x 60 = 18 x 60	1080
Volumen za skladištenje jedne boks palete (m <sup>3</sup> )	Dužina x širina x visina = 1000 x 1000 x 700	0,7
Volumen za skladištenje oljuštenog kestena za 60 dana proizvodnje (m <sup>3</sup> )	Volumen za skladištenje jedne boks palete x boks palete potrebne za 60 dana proizvodnje = 0,7 x 1080	756
Volumen za skladištenje oljuštenog kestena ako se boks palete slažu do 6 redova u visinu (m <sup>3</sup> )	Volumen za skladištenje oljuštenog kestena za 60 dana proizvodnje/boks palete se slažu 6 redova u visinu = 756/6	126
Ukupan volumen potreban za skladištenje oljuštenog kestena za 60 dana proizvodnje (m <sup>3</sup> )	Volumen za skladištenje oljuštenog kestena ako se palete slažu do 6 redova u visinu x 30 % prostora za manipulaciju = 126 + ((126x30)/100)	164

Kako bi se izračunao volumen skladišta gotovog proizvoda koji omogućuje skladištenje za 5 dana proizvodnje potrebno je prvo odrediti broj kesten blokova za jedan dan proizvodnje, što je jednako dnevnoj proizvodnji kroz masa kesten bloka, te se kao konačni rezultat dobije 54000 komada. Zatim se dobiveni rezultat pomnoži sa brojem dana koliko je potrebno za skladištenje, te se kao rezultat dobije 270000, što bi značilo da je toliko komada potrebno za 5 dana proizvodnje. Broj kutija za 5 dana proizvodnje se dobije tako da se broj kesten blokova podijeli sa brojem komada koliko može stati u jednu kutiju, što je 10, te se dobije rezultat da je potrebno 27000 kutija. Na jednu paletu stane 161 kutija, te kada se broj ukupnih kutija potrebnih za 5 dana proizvodnje podijeli sa 161, dobije se podatak da je ukupno potrebno 168 paleta. Prvo je potrebno izračunati volumen skladišta potreban za jednu paletu, što je jednako umnošku dužine x širina x visina palete, te je rezultat 1,44 m<sup>3</sup>. Zatim se dobiveni rezultat pomnoži sa brojem paleta potrebnih za 5 dana proizvodnje, te se dobije rezultat da je potreban

volumen od 242 m<sup>3</sup>. Palete se mogu slagati do tri reda u visinu, te kada se dobiveni volumen podijeli sa 3, dobije se da je potreban volumen 81 m<sup>3</sup>. Također je potrebno ostaviti 30 % prostora za manipulaciju, te se kao konačan rezultat dobije da je potrebno 106 m<sup>3</sup> prostora za skladištenje za 5 dana proizvodnje (Tablica 6).

Tablica 6. Prikaz proračuna volumena skladišta gotovog proizvoda (prostor za 5 dana proizvodnje).

Broj kesten blokova potreban za jedan dan proizvodnje (kom)	Dnevna proizvodnja(kg)/masa kesten bloka(kg) = 13500/0,250	54000
Broj kesten blokova potreban za 5 dana proizvodnje (kom)	Broj kesten blokova potreban za jedan dan proizvodnje x 5 = 54000 x 5	270000
Broj kutija potrebnih za 5 dana proizvodnje (kom)	Broj kesten blokova potrebnih za 5 dana proizvodnje/broj kesten blokova u jednoj kutiji = 270000/10	27000
Broj paleta potrebnih za 5 dana proizvodnje (kom)	Broj kutija potrebnih za 5 dana proizvodnje/broj kutija na jednoj paleti = 27000/161	168
Volumen za skladištenje jedne palete (m <sup>3</sup> )	Dužina x širina x visina = 1200 x 800 x 1500	1,44
Volumen za skladištenje gotovog proizvoda za 5 dana proizvodnje (m <sup>3</sup> )	Volumen za skladištenje jedne palete x paleta potrebnih za 5 dana proizvodnje = 1,44 x 168	242
Volumen za skladištenje gotovog proizvoda ako se palete slažu do 3 reda u visinu (m <sup>3</sup> )	Volumen za skladištenje gotovog proizvoda za 5 dana proizvodnje/ paleta se slažu 3 reda u visinu = 242/3	81

#### 4.6. ENERGETSKA BILANCA

U tablici 7. je prikazana energetska bilanca svakog pojedinog uređaja te količina uređaja potrebna na liniji za ljuštenje i zamrzavanje kestena i proizvodnju i zamrzavanje kesten pirea.

Tablica 7. Prikaz energetske bilance

Pozicija:	Naziv uređaja:	Količina:	Instalirana snaga (kW):
<b>1. Linija za ljuštenje i zamrzavanje kestena</b>			
1.1.	Visoko podizni električni viličar FXV 14 (i) N	2	0,03
1.2.	Prihvatni koš	1	-
1.3.	Lančani elevator	1	0,75
1.4.	Uređaj za usis onečišćenja	1	-
1.5.	Centrifugalna električna puhalica	1	2,50
1.6.	Taložni kontejner	1	-
1.7.	Uređaj za kalibraciju	1	1,50
1.8.	Elektronska kontrolna ploča	1	-
1.9.	Kavez za skladištenje kestena	15	-
1.10.	Čelični nosači	1	-
1.11.	Prihvatni koš sa elevatorom	1	-
1.12.	Predgrijač	1	-
1.13.	PVC elevator	1	0,75
1.14.	Stroj s lancima	1	1,50
1.15.	Peći	1	1,50
1.16.	Tangencijalni čistač	2	1,50
1.17.	Pokretna traka za sakupljanje kestena od nehrđajućeg čelika	1	1,50
1.18.	Jedinica za sakupljanje i odstranjivanje ljuski	1	5
1.19.	Jedinica za pranje i čišćenje	1	4,90
1.20.	Elevator koji nalikuje na labuđi vrat	1	0,75
1.21.	Parabojler	1	0,37
1.22.	Odvajač ljuspice ploda	1	1,50

1.23.	Dvostruki elevator koji nalikuje na labuđi vrat	1	1,50
1.24.	Elektronska jedinica za inspekcijski pregled i sortiranje	1	8,70
1.25.	Traka za sakupljanje proizvoda	2	3
1.26.	Postrojenje za hidraulično guljenje	1	20
1.27.	Traka za inspekcijski pregled i sortiranje	1	5
1.28.	Hidraulični transporter za kestene I. kvalitete	1	15
1.29.	Vibracijski stol	1	7,50
1.30.	Jedinica za filtriranje ostataka te sakupljanje u spremnike za otpad	1	7,55
1.31.	Elektronska kontrolna ploča	1	-
1.32.	Elevator koji nalikuje na labuđi vrat	1	1,10
1.33.	IQF tunel za zamrzavanje	1	55
1.34.	Jedinica za sakupljanje IQF zaleđenog voća u boks palete	1	3
<b>2. Proizvodnja i zamrzavanje kesten pirea</b>			
2.1.	Jedinica za pražnjenje boks paleta te transport zaleđenih kesten do sljedećih jedinica	2	1,50
2.2.	Grijani pužni elevator	1	1,10
2.3.	Pužni blanšer	1	5,50
2.4.	Mono pumpa za prijenos pirea I. kvalitete	1	4
2.5.	Potporna konstrukcija koja omogućava pristup uređajima za inspekcijski pregled	1	-
2.6.	Turbo pasirka	1	11
2.7.	Miješalica sa pumpom za prijenos proizvoda	1	6
2.8.	Postrojenje za pripremu sirupa	1	2,20
2.9.	Rafinator pirea	1	5,87
2.10.	Linija za pakiranje pirea	1	3
2.11.	C.I.P. sustav za pranje	1	3
2.12.	Elektronska kontrolna ploča	1	-



<b>2.13.</b>	Spiralni tunel za zamrzavanje	1	55
<b>2.14.</b>	Linija za pakiranje kesten pirea u sekundarnu kartonsku ambalažu	1	3
<b>Ukupno:</b>		<b>66</b>	<b>252,57</b>

#### **4.7. PRIKAZ SLIKE (TLOCRTA)**

Na slici 16. je prikazan tlocrt pogona za preradu kestena i proizvodnju kesten pirea. Tlocrt je izrađen u mjerilu 1:200.

## 5. ZAKLJUČCI

Temeljem činjenica iznesenih u ovom radu mogu se donijeti sljedeći zaključci:

1. kesteni koji će se zaprimati na obradu moraju zadovoljiti sljedeće zahtjeve: mali kesteni će se koristiti za industrijsku preradu (promjer manji od 26 mm); ljuska mora biti tamnosmeđe boje; ne smiju biti natučeni, imati pukotine, prokljali ili truli; ljuska se treba moći lako odstraniti; kesteni koji sadrže samo jedan plod koji nije gorak ili oporog okusa, te zaprimljeni svježi kesteni moraju imati između 40-60 % vode, ljuska mora biti sjajna, a plod tvrd i hrskav
2. budući da je kesten lako kvarljiva sirovina, sezonskog karaktera, te također sadrži velik udio vode (više od 50 % težine) poželjno je da tvornica bude bliže samoj sirovini
3. tvornica za preradu kestena i proizvodnju kesten pirea biti izgrađena u okolici Mažinjica (industrijska zona), općina Buzet, odnosno u blizini područja uzgoja sirovine
4. cijeli oljušteni ili zaleđeni kesteni prve klase se koriste u proizvodnji kesten pirea
5. kesten pire će se pakirati u blokovima od 250 g u foliju korištenjem stroja za pakiranje i formiranje „brick“ pakovanja iz folije
6. nakon pakiranja proizvod se pomoću pokretne trake dovodi do spiralnog tunela za zamrzavanje gdje se duboko smrzava na temperaturu od -18 do -24 °C
7. rok trajanja proizvoda je 540 dana odnosno 18 mjeseci
8. tvornica zaprimi godišnje 1000 t, a ako se berba provodi 2 mj. to je onda 17 t cijelog kestena dnevno, dnevno se ljušti 10 t iz čega se dobije 7,1 t oljuštenog kestena, skladištiti se mora 7 tona dnevno cijelog kestena
9. ukupan volumen potreban za hladno skladištenje oljuštenog kestena za 60 dana proizvodnje je 756 m<sup>3</sup>, odnosno, kad se uzme u obzir manipulativni prostor i visina skladištenja za 6 redova paleta, 235 m<sup>2</sup> površine
10. potrebno je 242 m<sup>3</sup> prostora za skladištenje gotovog proizvoda za 5 dana proizvodnje, odnosno 71 m<sup>2</sup> obzirom na potrebni manipulativni prostor i visinu skladištenja za 6 redova paleta

## 6. LITERATURA

1. Anonymous 1 (2007) <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2832604>. Pristupljeno 25. listopada 2018.
2. Anonymous 10 (1996) [https://www.pigo-r.com/proizvodni\\_program/products\\_sr056.php](https://www.pigo-r.com/proizvodni_program/products_sr056.php). Pristupljeno 23. studenog 2018.
3. Anonymous 2 (2018) <https://www.facma.it/raccoglitrici-semoventi.asp?lang=eng>. Pristupljeno 5. studenog 2018.
4. Anonymous 3 (2012) <https://www.jutarnji.hr/dobrahrana/vodici/testirano-kesten-pire/3509963/>. Pristupljeno 25. svibnja 2019.
5. Anonymous 4 (2018) <http://romario.hr/hr/8154/male-karte-hrvatske/?print=1>. Pristupljeno 15. studenog 2018.
6. Anonymous 5 (2018) <https://www.boema.com/en/dettaglio-43-14-fresh-chestnuts-sizing>. Pristupljeno 21. studenog 2018.
7. Anonymous 6 (2018) <https://www.boema.com/en/dettaglio-43-14-fresh-chestnuts-sizing>. Pristupljeno 21. studenog 2018.
8. Anonymous 7 (2014) <http://www.pakiranje.net/wp-content/uploads/2015/10/Kavezi-naslagani.jpg>. Pristupljeno 21. studenog 2018.
9. Anonymous 8 (2018) <https://www.boema.com/en/dettaglio-45-14-brulage-chestnuts-peeling>. Pristupljeno 23. studenog 2018.
10. Anonymous 9 (2018) <https://www.boema.com/en/dettaglio-39-11-vibrating-tables-s31-s32-s33>. Pristupljeno 23. studenog 2018.
11. Asan, C., Hazir, S., Cimen, H., Ulug, D., Taylor, J., Butt, T., Karagoz, M. (2017) An innovative strategy for control of the chestnut weevil *Curculio elephas* (Coleoptera: Curculionidae) using *Metarhizium brunneum*. *Crop Protection* **102**, 147-153.
12. Balbino, S. (2015) Tehnološko projektiranje. Interna skripta, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb.
13. Barreira, J.C.M., Casal, S., Ferreira, I.C.F.R., Oliveira, M.B.P.P., Pereira, J.A. (2009) Nutritional, fatty acid and triacylglycerol profiles of *Castanea sativa* Mill. cultivars: a compositional and chemometric approach. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **57**, 2386-2842.
14. Barreira, J.C.M., Casal, S., Ferreira, I.C.F.R., Peres, A.M., Pereira, J.A., Oliveira, M.B.P.P. (2012) Chemical characterization of chestnut cultivars from three consecutive

- years: chemometrics and contribution for authentication. *Food and Chemical Toxicology* **50**, 2311-2317.
15. Barreira, J.C.M., Pereira, J., A., Oliveira, M.B.P.P., Ferreira, I.C.F.R. (2010) Sugars profiles of different chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and almond (*Prunus dulcis*) cultivars by HPLC-R1. *Plant Foods for Human Nutrition* **65**, 38-43.
  16. Bernárdez, M., Montaña, J., Queijeiro, J.G. (2004) HPLC determination of sugars in varieties of chestnut fruits from Galicia (Spain). *Journal of Food Composition and Analysis* **17**, 63-67.
  17. Borges, O., Gonçalves, B., Carvalho, J.L.S., Correia, P.R., Silva, A.P. (2008) Nutritional quality of chestnut (*Castanea sativa* Mill.) cultivars from Portugal. *Food chemistry* **106**, 976-984.
  18. Bounous, G. (2002) Il castagno: coltura, ambiente ed utilizzazione in Italia e nel mondo. Edagricole, Bologna, I.
  19. Bounous, G. (2005) The chestnut: A multipurpose resource for the new millennium. *Acta Horticulturae* **693**, 33-40.
  20. Bounous, G. (2013) Il castagno: Risorsa Multifunzionale in Italia e nel Mondo. Edagricole- Bologna, p.XIV+420.
  21. Bounous, G. (2014) Perspectives and future of the chestnut industry in Europe and all over the world. *Acta Horticulture* **1043**, 19-22.
  22. Breisch, H. (1995) Châtaignes et marrons. Monographie. Centre Technique Interprofessionnel des Fruits et Légumes. CTIFL, Paris, F.
  23. Brussino, G., Bosio, G., Baudino, M., Giordano, R., Ramello, F., Melika, G. (2002) A dangerous exotic insect threatening European chestnut. *Informatore Agrario* **58**, 59-61.
  24. Cruz, B.R., Abraão, A.S., Lemos, A.M., Nunes, F.M. (2013) Chemical composition and functional properties of native chestnut starch (*Castanea sativa* Mill.). *Carbohydrate Polymers* **94**, 594-602.
  25. De Vasconcelos, M.C., Bennett, R.N., Eduardo A., Rosa, S., & Jorge V.F.C. (2010) Composition of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) and association with health effects: fresh and processed products. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **90**, 1578-1589.
  26. EFSA (European Food Safety Authority) (2010) Scientific opinion on dietary reference values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* **8**, 1462.
  27. EPPO (2005) *Dryocosmus kuriphilus*. *EPPO Bulletin* **35**, 422-424.

28. EPPO (2007) *Dryocosmus kuriphilus* found in the south of France (Alpes Maritimes). EPPO Reporting Service, Pest and Diseases 5, 2-URL: <http://archives.eppo.org/>
29. FAO (2003) Postharvest Physiology and Pathology of Chestnuts.
30. Ferreira, P.C.F.R., Morales, P., Barros L. (2017) Wild Plants, Mushrooms and Nuts: Functional Food Properties and Applications, 1.izd., Wiley and Sons, str. 431-442.
31. Giral, J., Barnes, E., Ramirez, A. (1979) *Ingenieria de Procesos*. Editorial. Mexico D.F.: Alhambra Publ.
32. Guyer, D., Xing, J., Fulbright, D.W., Mandujano, M. (2010) Influence of selected factors on efficiency and effectiveness of a peeling machine for chestnut. *Acta Horticulturae* **866**, 595-603.
33. Guyer, D.E., Donis-González, I.R., Burns, J., De Kleine, M.E. (2014) Is internal quality of chestnuts influenced by harvest methods and physical stresses. *Acta Hort.* **1019**, 119-125.
34. Hunt, K., Gold, M., Reid, W., Warmund, M. (2012) Growing Chinese chestnuts in Missouri. *Agroforestry in action*, AF1007.
35. Kato, K., Hijii, N. (1997) Effects of gall formation by *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu (Hym., Cynipidae) on the growth of chestnut trees. *Journal of Applied Entomology* **121**, 9-15.
36. Klausner, A. (2000) In a Nutshell... A handful of nuts can be good for you. Environmental nutrition.
37. Klinac, D. (2000) Production, processing and storage of chestnuts in Trung Khanh district of Cao Bang province, Vietnam. HortResearch Internal Report, 2001/187.
38. Künsch, U., Schärer, H., Patrian, B., Hurter, J., Conedera, M., Sassella, A., Jermini, M., Jelmini, G. (1998) Quality Assessment Of Chestnut Fruits, *Acta Horticulturae* **494**, 119-128.
39. Lopez-Gomez, A. i Barbosa-Canovas, G.V. (2005) Food plant design, CRC Press Taylor and Francis Group, Boca Raton, str. 1-28.
40. Manos, P.S., Zhou, Z.K., Cannon, C.H. (2001) Systematics of Fagaceae: phylogenetic test of reproductive trait evolution. *International Journal of Plant Sciences* **162**, 1361-1379.
41. Matošević, D., Pernek, M., Hrašovec, B. (2010) Prvi nalaz kestenove ose šiškarice (*Dryocosmus kuriphilus*) u Hrvatskoj. *Šumar. List* **134**, 497-502.
42. Milković-Grbac, A., Hreljak, M., Rakovac, T., Fliferović, D., Vlah, S., Burić, A., Puharić, V., Mataija, M., Raguzin-Pavić, S., Šverko, D., Porpat, V., Oštrić, J., Matašić,

- K., Mršić, Ž., Oštrić, M. (2006) Urbanistički plan uređenja Gospodarske zone Mažinjica.
43. Miller G. (2009) A simple chestnut peeling process and properties of the peeled kernels. *Acta Horticulture* **844**, 33-40.
44. Mujić, I. (2014) Prerada kestena-maruna, 1.izd., Tiskara Helvetica, Rijeka, str. 185.
45. Olsen, J., Raab, C. (2002) Hazelnuts, walnuts and chestnuts. Harvesting, handling and storing nuts from home orchard, FS146.
46. Pazianas, M., Butcher, G.P., Subhani, J.M., i sur. (2005) Calcium absorption and bone mineral density in celiacs after long term treatment with gluten-free diet and adequate calcium intake. *Osteoporosis International* **16**, 56-63.
47. Pereira-Lorenzo, S., Ramos Cabrer, A.M., Díaz-Hernández, M.B., Ciordia, M. (2005) Características morfológicas e isoenzimáticas de los cultivares de castaño (*Castanea sativa* Mill.) de Asturias. Monografías serie agrícola **16**, Ed. INIA 541 pp.
48. Prgomet, I., Torello Marioni, D., Donno, D., Prgomet, Ž., Mujić, I., Beccaro, G.L., Bounous, G. (2013a) Genetic diversity of European chestnut (*Castanea sativa* Mill.) in Istria and Primorsko-goranska County (Croatia). Drugi Evropski kongres o kestenu, Debrecin, Mađarska.
49. Prgomet, Ž., Mujić, I., Bratović, I., Novak Agbaba, S., Pentek, I., Šimunović, V., Antolović, M., Škutin Matijaš, H., Bounous, G., Par, V. (2011) Program „Stanje i perspektive uzgoja pitomog kestena u Istri“. Poljoprivredni odjel u Poreču.
50. Prgomet, Ž., Prgomet, I., Brana, S. (2013b) Pitomi kesten (*Castanea sativa* Mill.), Skink, Rovinj.
51. Prgomet, Ž., Prgomet, I., Čemlik, Z., Mujić, I. (2012) Morfološke karakteristike plodova krupnijeg istarskog ektopija pitomog kestena (*Castanea sativa* Mill.). 7. Znanstveno-stručno savjetovanje hrvatskih voćara s međunarodnim sudjelovanjem.
52. Qi Jing-hua, Wu Jun, Xu Yi-qing, Wang Fang, Pang Mei-xia, Huang Man-qing. (2009) Active ingredients of phenolic and their antioxidant activities in Chinese chestnut. *Acta Horticulturae* **844**, 89-94.
53. Sacchetti, G., Pittia, P., Mastrocola, D., Pinnavaia, G.G. (2005) Stability and quality of traditional and innovative chestnut based products. *Acta Horticulturae* **693**, 63-70.
54. Seljak, G. (2006) Chestnut gall wasp *Dryocosmus kuriphilus* Yasumatsu. Report Phytosanitary Administration of the Republic of Slovenia.

55. Silva, E. (2008) Respiration and ethylene and their relationship to postharvest handling in wholesale success: a farmer's guide to selling, postharvest handling, and packing produce.
56. Standard for canned chestnuts and canned chestnut puree (2015). Codex Stan 145-1985.
57. Uredba (EEZ) br. 496/90 (1990) Europske Ekonomske zajednice od 24. rujna 1990. o označivanju hranjive vrijednosti hrane.
58. Uredba (EZ) br. 110/2001 (2001) Europskog parlamenta i Vijeća od 20. prosinca 2001. o medu.
59. Uredba (EZ) br. 111/2001 (2001) Europskog parlamenta i Vijeća od 20. prosinca 2001. o određenim šećerima namijenjenim prehrani ljudi.
60. Uredba (EZ) br. 113/2001 (2001) Europskog parlamenta i Vijeća od 20. prosinca 2001. o voćnim džemovima, želeima i marmeladama te zaslađenom kesten pireu namijenjenim prehrani ljudi.
61. Uredba (EZ) br. 13/2000 (2000) Europskog parlamenta i Vijeća od 20. ožujka 2000. o usklađivanju zakonodavstava država članica o označivanju, prezentiranju i oglašavanju hrane.
62. Uredba (EZ) br. 852/2004 (2004) Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o higijeni hrane
63. Uredba (EZ) br. 853/2004 (2004) Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o utvrđivanju određenih higijenskih pravila za hranu životinjskog podrijetla.
64. Washington, W.S., Allen, A.D., Dooley, L.B. (1997) Preliminary studies on *Phomopsis castanea* and other organisms associated with healthy and rotted chestnut fruit in storage. *Australasian Plant Pathology* **26**, 37-43.
65. Zakon o gradnji (2013) *Narodne Novine* **153**, Zagreb.
66. Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (2013) *Narodne Novine* **81**, Zagreb.
67. Zakon o hrani (2015) *Narodne Novine* **30**, Zagreb.