

Elaborat tehničko-tehnološkog rješenja pogona za proizvodnju soka iz bobičastog voća

Bukal, Valentina

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:159:487926>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-12-30**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2021.

Valentina Bukal

1355/PI

**ELABORAT TEHNIČKO-
TEHNOLOŠKOG RJEŠENJA
POGONA ZA PROIZVODNJU
SOKA IZ BOBIČASTOG VOĆA**

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

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 PROIZVODNJU SOKA IZ BOBIČASTOG VOĆA

Valentina Bukal 1355/PI

Sažetak: *U posljednjih nekoliko godina zabilježen je porast potražnje za zdravom i funkcionalnom hranom u gotovo cijelom svijetu uključujući i Hrvatsku, čime bobičasto voće dobiva na značaju. Bobičasto voće bogato je raznim bioaktivnim komponentama stoga proizvodi poput soka mogu se ubrojiti u funkcionalnu hranu. Funkcionalni sok osim što osigurava nutritivne potrebe djeluje pozitivno na zdravlje potrošača. Stoga je cilj rada bio izraditi Elaborat tehničko-tehnološkog rješenja pogona za proizvodnju soka iz bobičastog voća. Predviđena lokacija je Ivanec, u Varaždinskoj županiji. Proizvodi se funkcionalni sok od tri vrste bobičastog voća, aronije, borovnice i crnog ribiza kapaciteta 100 000 litara godišnje. U Elaboratu su navedeni opisi proizvodnje uz potrebne uređaje i tehnološku opremu. Pogon sadrži proizvodne i neproizvodne prostorije koje su projektirane prema zahtjevima proizvodnje te u skladu sa zakonskom regulativom i pravilima struke. Tlocrt pogona prikazan je grafički, kao i situacijski plan.*

Ključne riječi: *bobičasto voće, elaborat, sok, tlocrtni raspored*

Rad sadrži: 48 stranica, 22 slike, 11 tablica, 62 literaturnih navoda, 2 priloga

Jezik izvornika: hrvatski

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

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

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. Prof.dr.sc. *Verica Dragović-Uzelac*
2. Prof.dr.sc. *Sandra Balbino*
3. Doc.dr.sc. *Ivona Elez Garofulić*
4. Doc.dr.sc. *Maja Repajić (zamjena)*

Datum obrane: 27. rujan 2021.

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

TIT STUDY OF TECHNICAL-TECHNOLOGICAL SOLUTION OF DRIVE FOR PRODUCING JUICE FROM BERRIES

Valentina Bukal 1355/PI

Abstract: *In the last few years, the demand for healthy and functional food has increased almost around the whole world, including Croatia, and that is why berries are of great importance. Rich with their diverse bioactive components, berries when processed, can therefore be included in functional food. Not only does the functional juice made from berries fulfil one's nutritive needs, but it also affects positively on the consumer's health. Because of the big request for berries, The Study of Tehnical-Tecnological Solution of Drive for Producing Juice from Berries has been made. The predicted location for berry juice production is Ivanec, in the district of Varaždin, Croatia. On that location, functional juice is being made from the following kinds of berries: chokeberries, blueberries and blackcurrants. The capacity is 100 000 litres per year. The study which has already been mentioned includes the description of production with necessary machines and technological equipment. This drive contains manufacturing and non-manufacturing areas which are designed accordingly to demands of production and are in accordance with legal regulations and the rules of profession. The layout of the whole area and the situational plan are presented graphically.*

Keywords: *berries, food plant design, juice, design, layout*

Thesis contains: 48 pages, 22 figures, 11 tables, 62 references, 2 supplements

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: *Sandra Balbino, PhD, Full professor*

Reviewers:

1. PhD. *Verica Dragović-Uzelac*, Full professor
2. PhD. *Sandra Balbino*, Full professor
3. PhD. *Ivona Elez Garofulić*, Assistant professor
4. PhD. *Maja Repajić*, Assistant professor (substitute)

Thesis defended: 27th September 2021

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1. PROJEKTIRANJE U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI.....	2
2.2. KARAKTERISTIKE TEHNOLOŠKOG PROJEKTIRANJA	3
2.3. ULOGA PROJEKTOG INŽENJERA U PREHRAMBENOM INŽENJERSTVU	3
2.4. FAZE TEHNOLOŠKOG PROJEKTIRANJA.....	4
2.4.1. Poduzetnička ideja.....	4
2.4.2. Projektni zadatak	4
2.4.3. Prethodno istraživanje	4
2.4.4. Glavni projekt.....	5
2.4.5. Izvedbeni projekt.....	5
2.5. PROJEKTIRANJE POGONA ZA PROIZVODNJU SOKA IZ BOBIČASTOG VOĆA	6
2.6. KARAKTERISTIKE BOBIČASTOG VOĆA (OPIS SIROVINE, KEMIJSKI SASTAV, BERBA).....	7
2.7. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE SOKA IZ BOBIČASTOG VOĆA	14
2.7.1. Čišćenje, pranje, sortiranje	14
2.7.2. Mljevenje.....	15
2.7.3. Prešanje	15
2.7.4. Predgrijavanje.....	16
2.7.5. Centrifugiranje.....	16
2.7.6. Deaeracija.....	16
2.7.7. Pasterizacija.....	16
3. EKSPERIMENTALNI DIO	17
3.1 PROJEKTI ZADATAK.....	17
3.2 ANALIZA MAKROLOKACIJE.....	18
3.3 ANALIZA MIKROLAKCIJE	19
3.4 ANALIZA SIROVINE	20
3.5 ANALIZA GOTOVOG PROIZVODA	21
4. REZULTATI I RASPRAVA	22
4.1. PRIJEDLOG TEHNOLOŠKE KONCEPCIJE	23
4.2. BLOK SHEMA PROIZVODNJE SOKA IZ BOBIČASTOG VOĆA	24
4.3. OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA	24
4.3.1. Berba	24
4.3.2. Prijem i primarna obrada	25
4.3.3. Skladištenje	26
4.3.4. Proizvodnja soka	26
4.4. TEHNOLOŠKI UREĐAJI I OPREMA.....	26
4.4.1 Primarna obrada bobičastog voća.....	26
4.4.2. Uređaji za proizvodnju soka	29
4.5. POPIS STROJEVA I TEHNOLOŠKE OPREME.....	36
4.6. MATERIJALNA BILANCA.....	37
4.7. ENERGETSKA BILANCA	38
4.8. POTREBNA RADNA SNAGA	38
4.9. POPIS PROSTORIJA.....	39
4.10. TLOCRT POGONA	40
4.11. SITUACIJSKI PLAN	41
5. ZAKLJUČAK	42
6. LITERATURA	43
7. PRILOZI	48

1. UVOD

U novije vrijeme trend zdrave i funkcionalne prehrane stavlja naglasak na voće bogato vitaminima, mineralima i drugim hranjivim tvarima. Potrošači su sve više zainteresirani za zdravlje i stoga očekuju da hrana, osim što posjeduje senzorsku privlačnost, pruža mnoge dobrobiti za zdravlje. Upravo je bobičasto voće poznato po svojim vitaminskim i nutritivnim svojstvima te je upravo zbog toga na samom vrhu odabira za konzumaciju.

Bobičasto voće sadrži razne bioaktivne spojeve koji pružaju mnoge pozitivne učinke na zdravlje. S tamnijom bojom voća kao što je slučaj kod aronije, crnog ribiza i borovnice raste udio pigmentata tako da se tamno ljubičasto voće stavlja na sam vrh namirnica s povoljnim učinkom na ljudsko zdravlje. Sočni, ukusni i tamni plodovi obiluju pigmentima antocijanima velikog antioksidacijskog učinka. Mnoge studije koje upućuju na blagotvorne učinke bobičastog voća dovode do širenja popularnosti proizvoda od bobičastog voća poput sokova.

U posljednjih nekoliko godina zabilježen je trend konzumacije funkcionalnih sokova u Hrvatskoj. Potrošači su sve više usmjereni na zdravstvene učinke proizvoda koje konzumiraju u nastojanju da prehranom poboljšaju postojeće zdravstveno stanje ili spriječe razvoj bolesti. Stoga veliku pažnju proizvođača i potrošača privlači bobičasto voće poput aronije, borovnice i crnog ribiza.

Prema provedenim istraživanjima u prošloj godini potrošači u Hrvatskoj spremni su platiti više ako se radi od funkcionalnim proizvodima poput voćnog soka jer su upoznati sa zdravstvenim koristima koje se povezuju s njima. Predviđa se godišnje povećanje potrošnje voćnih sokova na godišnjoj razini u iznosu od 5 % (Market Research, 2020).

Cilj rada je projektirati tvornicu za proizvodnju soka iz bobičastog voća aronije, borovnice i crnog ribiza poštujući time sve zahtjeve za kvalitetom, higijenske uvjete, zakonsku regulativu kao i načela projektiranja. Za lokaciju pogona odabrana je Varaždinska županija, područje grada Ivanca zbog svog dobrog geografskog položaja i prometne povezanosti, ali i pogodne klime za nasade bobičastog voća. U pogonu za proizvodnju soka primjenjuju se tradicionalni postupci proizvodnje voćnih sokova koji se u konačnici mogu ubrojiti kao vrijedna komponenta uravnotežene i zdrave prehrane.

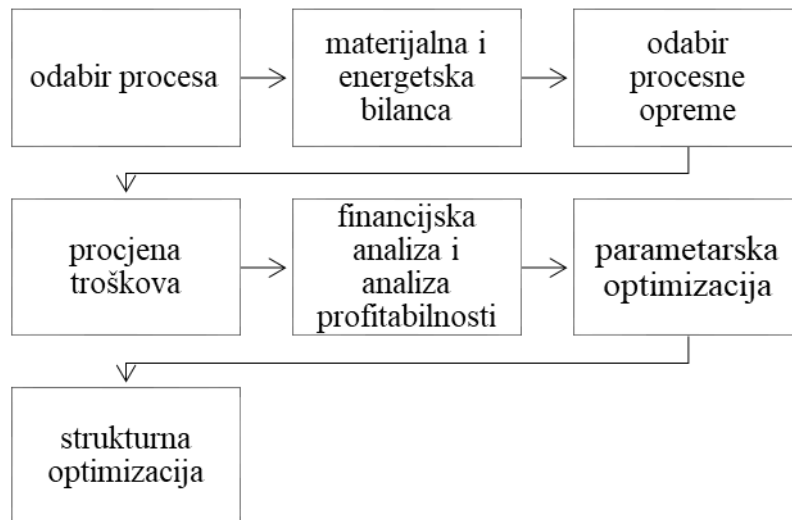
2. TEORIJSKI DIO

2.1. PROJEKTIRANJE U PREHRAMBENOJ INDUSTRIJI

Projektiranje tehnološkog procesa je intelektualni, kreativni i tehnički proces koji implementira određene metode i procese pomoću kojih se definiraju ideje, procesi ili mehanizmi s ciljem stvaranja novih vrijednosti, neovisno radi li se o proizvodu ili usluzi (Perić, 2014).

Projektiranje se koristi u dizajniranju potpuno novih proizvodnih pogona, kao i za proširenje, nadogradnju ili modernizaciju postojećih. Cilj projektiranja modernog postrojenja je odgovoriti na zahtjeve tržišta za novim proizvodima poboljšane kvalitete uz uštedu energije, kontrolu kvalitete, te poštivanje sigurnosnih i okolišnih zahtjeva. Ekonomičnost i isplativost moraju se uvijek uzeti u obzir prilikom projektiranja novog ili nadogradnje postojećeg pogona. Optimizacija određenog proizvodnog procesa temelji se na detaljnom projektiranju od strane inženjera, a u konačnici i izgradnji i puštanju u pogon. Projektiranje procesa uključuje sljedeće faze (slika 1):

1. odabir odgovarajućeg procesa za potrebnu proizvodnju
2. materijalna i energetska bilanca, koje mogu biti specifične za određena postrojenja
3. odabir odgovarajuće procesne opreme
4. procjena troškova
5. financijska analiza
6. optimizacija parametara proizvodnje
7. optimizacija procesa (Maroulis i Saravacos, 2003).



Slika 1. Dijagram toka informacija o projektiranju procesa (Maroulis i Saravacos, 2003).

2.2. KARAKTERISTIKE TEHNOLOŠKOG PROJEKTIRANJA

Postoje neke važne razlike u dizajnu prehrambenog postrojenja u odnosu na druga industrijska postrojenja:

1. Sirovine i gotovi proizvodi prehrambene industrije osjetljivi su biološki materijali koji ograničavaju daljnji postupak prerade. U mnogim prehrambenim industrijama, npr. voća i povrća sirovine se mogu čuvati samo određeno vrijeme.
2. Velike količine osjetljivih sirovina moraju se preraditi u najkraćem mogućem razdoblju, dok oprema mora imati sposobnosti podnositi iznenadne promijene uvjeta tijekom procesiranja.
3. Higijenski uvjeti jednako su važni u postrojenju kao i prilikom rukovanja osoblja prilikom procesiranja hrane (Maroulis i Saravacos, 2003).

2.3. ULOGA PROJEKTOG INŽENJERA U PREHRAMBENOM INŽENJERSTVU

Prehrambeni tehnolog, tj. projektant mora dizajnirati proizvodnu liniju i odgovarajući proizvodni pogon s ciljem proizvodnje prehrambenog proizvoda s minimalnim troškovima za opremu, energiju, radnu snagu i drugo (Balbino, 2019).

Prehrambeni inženjer koji je osposobljen za rješavanje inženjerskih problema u prehrambenoj industriji ima sljedeće funkcije:

1. Tehničko upravljanje proizvodnjom
2. Projektiranje proizvodnih sustava

3. Projektiranje pogona za preradu hrane
4. Istraživanje i tehnološki razvoj procesa i proizvoda
5. Upravljanje distribucijom proizvoda do potrošača

Glavni cilj prehrambenog tehnologa u prehrambenoj industriji je dobiti proizvod uz minimalnu cijenu proizvodnje, opreme, energije i ljudskog rada i dr., poštujući pritom sve zahtjeve za kvalitetom proizvoda i sanitarne kriterije proizvodnje prema važećim standardima (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

2.4. FAZE TEHNOLOŠKOG PROJEKTIRANJA

2.4.1. Poduzetnička ideja

Poduzetnička ideja prva je faza u provedbi bilo kojeg poslovnog projekta. Definira zamisao o ponudi materijalnih proizvoda ili usluga u skladu sa zahtjevima kupaca. Sama ideja ne mora biti inovativna da bi postigla uspjeh, već je poznatu ideju moguće uskladiti s određenim okolnostima ili ona može potaknuti nove poslovne poduhvate (Balbino, 2019).

2.4.2. Projektni zadatak

Projektni zadatak je osnovni dokument projekta budućeg sustava u kojem investitor sam ili uz pomoć stručnjaka projektanta, uspostavlja ideju i potrebe projekta. Kreće se od potreba investitora prikazujući probleme u dosadašnjem stanju i/ili sasvim nove zahtjeve ili mogućnosti. Projektni zadatak može obuhvaćati tehnološke, ekonomske, vremenske i pravne kriterije (Balbino, 2019).

2.4.3. Prethodno istraživanje

Prethodno istraživanje obuhvaća prikupljanje podataka iz literature, razvoj procesa u laboratoriju ili pilot-procesu, a na temelju njega se uspoređuju idejna rješenja te se odabire najučinkovitije tehnološko-ekonomsko rješenje (Balbino, 2019). Prilikom istraživanja sirovina, sakupljaju se podaci o raspoloživosti i lokaciji sirovine što utječe na lokaciju samog pogona. Također, uključuje i cijenu sirovine, transport kao i definiranje, specifikaciju i karakterizaciju najprikladnije sirovine za preradu u zadani prehrambeni proizvod. Prethodno istraživanje prehrambenih proizvoda obuhvaća:

1. Karakterizaciju proizvoda, uključujući pravne i tehnološke aspekte, kao i trendove potrošnje. Glavni cilj je definirati tehničku, pravnu i komercijalnu kvalitetu svakog proizvedenog prehrambenog proizvoda.
2. Analizu tržišta proizvoda na osnovi kvalitete i karakteristike proizvoda. Procjena tržišta mora uključivati analizu konkurentskih poduzeća za svaki proizvod, određivanje njihovih tehnologija te njihovu vjerojatnu reakciju na projekt.
3. Proučavanje reakcije tržišta na cijenu proizvoda, a isto tako i poteškoće u distribuciji i opskrbi proizvoda u skladu s različitim sigurnosnim standardima (Lopez-Gomez i Barbosa-Canovas, 2005).

2.4.4. Glavni projekt

Prema Zakonu o gradnji (NN 39/19), „*glavni projekt 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*“. Primarna funkcija izrade glavnog projekta je dobivanje potvrde glavnog projekta i građevinske dozvole, a glavni projekt služi kao temelj za izradu izvedbenog projekta (Balbino, 2019).

U izradi glavnog projekta, ukoliko je regulirano posebnim zakonom ili ako je potrebno, prethodi izrada krajobraznog elaborata, prometnog elaborata, geomehaničkog elaborata, elaborata tehničko-tehnološkog rješenja (tehnološki projekt), elaborata zaštite požara, elaborata zaštite od buke, elaborata zaštite na radu, konzervatorskog elaborata ili drugog potrebnog elaborata (Zakon o gradnji, 2019).

2.4.5. Izvedbeni projekt

Izvedbeni projekt za građevinu obuhvaća adekvatne projekte pojedinih struka kojima se razrađuje tehničko rješenje projektirane građevine. Izvedbeni projekt potreban je zbog ispunjenja uvjeta koji su postavljeni u glavnom projektu. Uključuje sve grafičke prikaze koje je potrebno imati na gradilištu kako bi se građevina mogla izgraditi na način predviđen glavnim projektom npr. nacрте armature, radioničke nacрте nosivih konstrukcija, sheme stolarije i bravarije, nacрте detalja, detalje ugradnje opreme i instalacija i dr. (Zakon o gradnji, 2019).

2.5. PROJEKTIRANJE POGONA ZA PROIZVODNJU SOKA IZ BOBIČASTOG VOĆA

Prema Pravilniku, „*voćni sok je proizvod koji može fermentirati, ali je nefermentiran, a proizvodi se od jestivog dijela voća koje je zdravo, svježe ili konzervirano hlađenjem ili smrzavanjem jedne ili više vrsta pomiješanih zajedno*“. Boja, aroma i okus voćnog soka moraju biti karakteristični za voće od kojeg je sok proizveden. Ukoliko se sokovi proizvode iz voća sa košticama, sjemenkama ili korom, dijelovi ili sastavni dijelovi koštica, sjemenki i kore ne smiju se nalaziti u sokovima, kao što je slučaj kod soka proizvedenog iz bobičastog voća (Pravilnik o voćnim sokovima i njima sličnim proizvodima namijenjenim za konzumaciju, 2013).

Moderna postrojenja za preradu sokova nastoje proizvoditi voćni sok koji bojom i okusom odgovara sirovini u izvornom obliku. Pet su ključnih faktora koji su odgovorni za kvalitetu voćnih sokova: sastav, mikrobiologija, utjecaj kisika, temperatura i vrijeme skladištenja. Isto tako, prilikom proizvodnje pakiranje se mora provoditi kontrolirano i vrlo pažljivo kako bi završni proizvod bio kvalitetan (Fey, 2000).

Postupci proizvodnje voćnih sokova uvelike se razlikuju prema tome proizvode li se bistri, mutni (opalescentni), kašasti ili koncentrirani sokovi. Osim kemijskog sastava koji utječe na izbor tipa soka, pri odabiru postupka proizvodnje i pojedinih tehnoloških operacija, vrlo važnu ulogu ima građa ploda određene vrste voća. To osobito dolazi do izražaja u početnoj fazi proizvodnje, počevši od dopreme do načina izdvajanja soka. Bobičasto i jagodasto voće, u usporedbi s jabučastim voćem zbog velike osjetljivosti na mehanička oštećenja, zahtijeva vrlo brižljivo rukovanje u svim fazama, od berbe do početka prerade, uključujući način i uvjete prijevoza te što bržu preradu. Ukoliko se ne može preraditi u kratkom razdoblju nakon branja, treba ga kratkotrajno uskladištiti u hlađenom prostoru. Toplinska obrada, zagrijavanje na oko 85°C, u početnoj se fazi u pravilu primjenjuje za sve vrste obojenog crvenog voća, kakvo je jagodasto i bobičasto voće te višnje i trešnje, radi inaktivacije enzima antocijanaze (Levaj, 2020).

Proizvodnja bistrih sokova temelji se na prešanju te operacijama i procesima kojima je cilj uklanjanje netopljivih čestica i razgradnja sastojaka koji rezultiraju mutnoćom soka, kakav je npr. pektin. Upravo razgradnjom pektina, tzv. depektinizacijom, koja se provodi enzimskim preparatima, smanjuje se viskoznost i omogućuje odvajanje netopljivih čestica taloženjem, centrifugiranjem te filtriranjem.

Temelj dizajna pogona za preradu voća temelji se na podešavanju proizvodne linije, odnosno kapacitetu pasterizatora i linija za pakiranje. Isto tako, potrebno je odrediti odgovarajući broj spremnika i pumpa. Postupak automatskog unutrašnjeg čišćenja proizvodnih linija vrlo je važan kako bi higijenski uvjeti bili zadovoljeni (Fey, 2000).

Analiza opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka (engl. Hazard Analysis Critical Control Point, HACCP) je sustav kontrole koji omogućava identifikaciju, procjenu i uspostavu kontrole na kemijskim, fizičkim i biološkim opasnostima u hrani koje su važne za sigurnost hrane u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije.

Sve vrste sokova, koji se prodaju kao sok ili za uporabu kao sastojak drugih pića podliježu zahtjevima HACCP-a, osim soka proizvedenog u maloprodajnom objektu odnosno koji se prodaje izravno potrošaču.

Svi prerađivači sokova koji podliježu uredbi o HACCP-u o soku dužni su pripremiti pisanu analizu opasnosti. Analiza opasnosti mora utvrditi sve opasnosti koje se moraju spriječiti, ukloniti ili smanjiti na prihvatljivu razinu; utvrditi kritične kontrolne točke na razini na kojima je kontrola bitna za sprječavanje ili uklanjanje opasnosti ili za njezino smanjivanje na prihvatljivu razinu. Također, analiza opasnosti mora odrediti kritične granice na kritičnim kontrolnim točkama koje razdvajaju prihvatljivo od neprihvatljivog.

Potrebno je utvrditi sve potencijalne fizičke, kemijske i biološke opasnosti ovisno o proizvodu, procesu, opremi i postrojenju. Enterički patogeni uzrok su izbijanja većine bolesti koje se prenose hranom povezane sa konzumacijom soka. Također, vrlo je važno postaviti dobre higijenske uvjete kako bi se spriječila mikrobiološka kontaminacija putem površina koje dolaze u kontakt sa sokom ili putem materijala za pakiranje (FDA, 2004).

2.6. KARAKTERISTIKE BOBIČASTOG VOĆA (OPIS SIROVINE, KEMIJSKI SASTAV, BERBA)

U skupinu bobičastog voća pripadaju: aronija, borovnice, brusnice, jagode, kupine, maline, ribiz i ostale vrste voća. Velik dio tih biljaka su samonikle, koje rastu kao šumsko voće, ali isto tako mogu se uzgajati kao kultivirane vrste na nasadima (Volčević, 2005). Bobičasto voće odlikuje relativno mekano meso, mali promjer (5 do 25 mm) ploda kojem nedostaje kora ili unutarnja jezgra (Bates i sur., 2001).

Bobičasto voće bogato je vitaminima, mineralima, organskim kiselinama, prehrambenim vlaknima, raznim antioksidansima, a posebice fenolima poput flavonoida (antocijani, flavonoli, flavanoni), tanina (elagitanini i galotanini), stilbena, fenolnih kiselina (hidroksibenzojeve i hidroksicimentne kiseline) i lignana (Konić-Ristić i sur., 2011). Antioksidansi su tvari koje uspješno blokiraju slobodne radikale, koji nastaju tijekom mnogih procesa u organizmu, pri čemu reagiraju s drugim molekulama te pomiču ravnotežu u staničnim reakcijama u smjeru oksidacije. Slobodni radikali oštećuju stanice, izazivaju degenerativne i druge promjene koje su početak raznih bolesti poput raka, dijabetesa i sl. Osim antioksidacijske obrane proizvedene u tijelu, postoje vanjski izvori antioksidansa dobiveni iz hrane, pri čemu je presudna raznovrsnost prehrane (Šatalić i sur., 2013).

Od fenolnih komponenta u bobičastom voću, posebno se ističu antocijani, glavni nosioci crvene, ljubičaste i plave boje plodova. Riječ antocijan dolazi od dvije grčke riječi, anthos (cvijet) i kyanos (plavo). Antocijani su topivi u vodi i staničnom soku (Levaj, 2020). Dokazana je izravna veza između antioksidacijskog djelovanja i sadržaja antocijana. U prirodi je pronađeno oko dvadeset različitih antocijanidina, a najvažniji su: cijanidin, pelargonidin, delphinidin, peonidin, petunidin i malvidin (Pérez-Gregorio i sur., 2011). U tablici 1 je prikazan udio antocijana u različitim vrtsama bobičastog voća.

Tablica 1. Udio antocijana u bobičastom voću (Levaj, 2020)

Bobičasto voće	<i>Udio antocijana mg 100 g⁻¹</i>
Aronija	800-1600
Crni ribiz	130-400
Borovnica	25-500
Brusnice	60-200
Maline	20-60
Jagode	15-35

Aronija (*Aronia melanocarpa*) (slika 2) pripada porodici ruža, *Rosaceae*, a ime je dobila od latinske riječi melanocarpa = crnoplodna. Bobice aronije uzgajaju se za sokove, vina i džemove ili kao prirodna bojila za prehrambenu industriju. Posljednjih su godina bobice aronije stekle veliku popularnost zahvaljujući visokom udjelu polifenola s antioksidacijskim djelovanjem (Bräunlich i sur., 2013).



Slika 2. Plod biljke aronije *Aronia melanocarpa* (vlastita fotografija)

U prirodi, aronija je listopadni grm koji može narasti 2 do 3 m visine i 2,5 m širine. U klimatskim uvjetima kontinentalne Hrvatske cvate krajem travnja u obliku velikih bijelih cvjetova (slika 3). Listovi su ovalni, tamnozeleno boje, dok u jesen poprimaju dekorativnu žarko crvenu boju. Cvjetove oprašuju kukci, dok se dio oprašuje vjetrom. Okrugli tamni plodovi dozrijevaju krajem kolovoza. Bobice karakterizira slatka do kiselkasta i trpkava aroma (Milić M., 2012). Upravo zbog svog karakterističnog oporog okusa, plodovi aronije se često prerađuju u različite proizvode kao što su sokovi, džemovi i vina (Tomić i sur., 2016). Može se očekivati prinos od 5 do 12 tona po hektaru za otprilike 5 godina, nakon što biljka sazrije (Kulling i Rawel, 2008).



Slika 3. Cvijet biljke *Aronia melanocarpa* (Anonymous 1, 2021)

Aronija je bogata širokim spektrom biološki aktivnih spojeva poput antocijana, flavonoida, vitamina, minerala koji povoljno utječu na zdravlje. Ustanovljeno je da ekstrakt aronije posjeduje antivirusna i antibakterijska svojstva, a može sudjelovati u zaštiti gastrointestinalnog sustava (Platonova i sur., 2021).

Najvažniji sastojci u plodovima aronije su fenolne komponente, a zabilježen je vrlo visok udio procijanidina, antocijana i fenolnih kiselina. Bobica aronije ima karakterističnu aromu zbog prisustva amigdalina gorkastog okusa i blagog mirisa na bademe, kao i oporih tanina. (Kulling i Rawel, 2008).

Mnogobrojna istraživanja povezana s antioksidativnim svojstvima soka aronije ukazuju na mnoge pozitivne učinke na zdravlje poput antikancerogenih, kardioprotektivnih i antidijabetskih svojstava (Ćujić i sur., 2018; Kardum i sur., 2014; Kulling i Rawel, 2008). U tablici 2 je prikazan antioksidativni kapacitet, izražen kao ORAC vrijednost (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*) za različite vrste bobičastog voća, kao i aronije.

Tablica 2. Antioksidativni kapacitet, izražen kao ORAC vrijednost (Kulling i Rawel, 2008)

Bobičasto voće	ORAC ($\mu\text{mol TE}^{-1}$)	Broj uzoraka	Referenca
Aronija	160.2	(1)	Zheng i Wang, 2003.
	158.2	(1)	Wu i sur., 2004.
Borovnica	123.4 \pm 9.1	(4)	Moyer i sur., 2002.
Crni ribiz	56.7 \pm 13.5	(32)	Moyer i sur., 2002.
Brusnica	18.5	(1)	Zheng i Wang, 2003.
Jagoda	20.6 \pm 2.3	(4)	Kalt i sur., 1999.

Borovnica (*Vaccinium myrtillus*) dvogodišnja je biljka koja uspijeva na području sjeverne Amerike, ali i u šumama i šumskim livadama Europe. Razgranata, zelena stabljika može narasti na visinu od 1 do 1,5 m. Listovi su ovalni, jarko zelene boje, dok su cvjetovi crvenkasti ili zelenkasto-ružičasti i okrugli. Sezona cvjetanja borovnice je od travanja do lipnja (De Smet, 1993). Borovnica ima male bobice (slika 4), promjera 5 do 9 mm, plavkaste boje s mnogo sjemenki (Chu i sur., 2011).



Slika 4. Plod biljke borovnice, *Vaccinium myrtillus* (Anonymous 2, 2021)

Zbog sastava koji imaju borovnicama se pripisuje niz pozitivnih utjecaja na ljudsko zdravlje. Borovnice imaju vrlo malu energetska vrijednost (57 kcal 100 g⁻¹). Bogate su vlaknima, mogu biti dobar izvor vitamina C, vitamina K, kalija, kalcija, magnezija i željeza, dok sadrže vrlo malu količinu masti (Shahidi i Alasalvar, 2016). Sadržaj glavnih hranjivih tvari

prikazani su u tablici 3. Količine ukupnih fenola kreću se od 44,4-394 mg 100 g⁻¹ (Rios de Souza, 2014).

Među različitim polifenolnim spojevima pronađenim u borovnicama, posebno se ističu antocijani zbog svog najsnažnijeg antioksidacijskog učinka. Ukupni sadržaj antocijana u borovnici varira od 250 do 495 mg 100 g⁻¹ svježeg voća, ovisno o fazi dozrijevanja ploda, veličini, klimatskim uvjetima te uvjetima tijekom skladištenja (Rashidinejad, 2020). Glavni antocijani pronađeni u borovnicama su delphinidin (15 %) i cijanidin (8 %). Osim antioksidacijskih učinaka, dokazano je da antocijani stabiliziraju DNK, poboljšavaju izlučivanje inzulina, posjeduju protuupalne i antibakterijske učinke. Ovi mnogobrojni potencijalni vrlo korisni učinci čine borovnicu potencijalnim kandidatom za funkcionalnu hranu (Chu i sur., 2011).

Kalt i sur. (2003) navode da se tijekom dozrijevanja ploda borovnice može pojaviti sinteza antocijana više od drugih polifenolnih spojeva, dok se udio drugih fenolnih komponenti može smanjiti.

Aktivnost oksidacijskih enzima može uvelike utjecati na kvalitetu plodova borovnice. Enzimi polifenol oksidaze i peroksidaze uzrokuju gubitak boje i nutritivnih komponenti, kao i opće upotrebljivosti ploda (Talcott, 2007).

Plodovi borovnice pokazuju izravne antimikrobne učinke u borbi protiv ljudskih patogena uključujući *Salmonellu* i *Staphylococcus aureus*. Zanimljivi i potencijalno važni podaci za korištenje borovnica mogu biti učinkoviti u liječenju organizma otpornih na antibiotike, što je ozbiljan i rastući problem kod sve većeg broja ljudi (Chu i sur., 2011).

Tablica 3. Kemijski sastav borovnice (USDA, National Nutrient Database for Standard Reference, 2021)

Kemijski sastav borovnice	
Voda	84,2 g
Proteini	0,7 g
Ugljikohidrati	14,5 g
Vlakna	2,4 g
Lipidi	0,3 g
Vitamin C	9,7 mg 100 g ⁻¹
Kalij	77 mg 100 g ⁻¹

Crni ribiz (*Ribes nigrum*) uzgaja se uglavnom zbog plodova koji se prerađuju u sokove ili džemove (slika 5). Raste u obliku grma od 1-2 m visine. Prirodno raste na području istočne i središnje Europe, te Azije. Uspijeva i u krajevima s oštrom klimom, a odgovara mu i polusjenovito mjesto. Dozrijeva u lipnju (Grlić, 1990). Zrela bobica crnog ribiza je slatka, aromatična, sjajna te tamo ljubičaste boje promjera do 12 mm (Gopalan i sur., 2012).



Slika 5. Plod biljke crnog ribiza (*Ribes nigrum*) (Anonymous 3, 2021)

Crni ribiz vrlo je otporna biljka, visoko tolerantna na oštećenja, te je zbog toga prikladna za uzgoj bez pesticida. Bogat je vitaminom C, te je izvor brojnih fenolnih komponenti. Fenolni spojevi snažni su antioksidansi koji mogu biti učinkovita zaštita protiv oksidativnog stresa (Khoo i sur., 2012). Crni ribiz bogat je flavonoidima, polinezasićenim masnim kiselinama, nehlapivim organskim kiselinama, taninima i stilbenima. Isto tako, analizom sastojaka crnog ribiza utvrđeno je da plodovi posjeduju visoke razine minerala, posebno kalija, kalcija, magnezija i željeza (Gopalan i sur., 2012). Sadržaj glavnih hranjivih tvari prikazani su u tablici 4.

Tablica 4. Kemijski sastav crnog ribiza (USDA, National Nutrient Database for Standard Reference, 2021)

Kemijski sastav crnog ribiza	
Voda	82 g
Proteini	1,4 g
Ugljikohidrati	15,4 g
Vlakna	2,4 g
Lipidi	0,4 g

Vitamin C	181 mg 100 g ⁻¹
Kalij	322 mg 100 g ⁻¹

Yonei i sur. (2009) svojim su istraživanjem dokazali da konzumacija soka od crnog ribiza može smanjiti krvni tlak kod zdravih žena.

Isto tako, istraživanja su pokazala da konzumacija crnog ribiza pruža pozitivne učinke u prevenciji karcinoma, upala i neuroloških bolesti (Khoo i sur., 2012). U tablici 5 prikazani su mnogi farmakološki učinci crnog ribiza dokazani raznim znanstvenim istraživanjima.

Tablica 5. Farmakološki učinci crnog ribiza

Pozitivan utjecaj	Farmakološki učinak	Referenca
Kardiovaskularni sustav	Utječe na smanjenje kolesterola	Rosenblat i sur., 2010.
Živčani sustav	Pozitivno utječe na provođenje motornih živaca	Joseph i sur., 2004.
Dišni sustav	Smanjuje se upala	Garbacki i sur., 2004.
Matične stanice	Inhibicija stanične proliferacije	Holtung i sur., 2011.

2.7. TEHNOLOŠKI POSTUPAK PROIZVODNJE SOKA IZ BOBIČASTOG VOĆA

2.7.1. Čišćenje, pranje, sortiranje

Ako je proizvođač slijedio dokumentaciju dobre poljoprivredne prakse, voće koje dolazi na preradu trebalo bi biti optimalne kvalitete i sanitarno ispravno. Ipak, kvaliteta i sigurnost soka ostvaruje se dobrom proizvođačkom praksom (engl. Good manufacturing practice, GMP), uz uzorkovanje i analizu sastava (Bates i sur., 2001). Dobra proizvođačka praksa je skupina postupaka koji se primjenjuju kod proizvodnje hrane, lijekova i medicinske opreme. Elementi koji čine GMP su: objekt i okoliš, osoblje, čišćenje i dezinfekcija, oprema i pribor, postupci i kontrole te skladištenje i distribucija. Analiza i kontrola tih elemenata u okviru programa GMP-a usmjerena je na proizvodnju visoko kvalitetnih prehrambenih proizvoda. Primjena GMP-a može biti jedan od načina suzbijanja bolesti koje se prenose hranom (De Oliveira i sur., 2016).

Čišćenje podrazumijeva uklanjanje nečistoća koje dolaze zajedno sa sirovinama. Čišćenje je prva operacija kod proizvodnje, kojoj je cilj smanjenje gubitaka sirovine, poboljšanje ekonomičnosti procesa i zaštita potrošača. Za bobičasto voće primjenjuju se mokre metode čišćenja poput miješanja u vodenom mlazu ili pranja tuširanjem. Nakon pranja slijedi probiranje kako bi se uklonili neodgovarajući plodovi (Herceg, 2011).

Inspekcija i uklanjanje nezdravih plodova vrlo je važna kod obrade voća. Samo jedan loš komad voća može kontaminirati velik dio sirovine. Isto tako, nekoliko komada voća koji sadrže mikrobne patogene ili čak toksične kemikalije mogu u konačnici uzrokovati trovanjem potrošača. Inspekcija se može vršiti ručno, pomoću radnika koji promatraju i uklanjaju nedostatke. U modernim postrojenjima inspekcija se vrši uz pomoć sofisticiranih instrumenata koji mogu razdvajati komade po obliku, boju, veličini i dr. (Bates i sur., 2001).

2.7.2. Mljevenje

Dezintegracija ili meljava voća je proces smanjenja veličine voća. Uslijed uništavanja stanične stijenke pokožice voća, dolazi do oslobađanja antocijana, ali i drugih pigmenta, a time i do povećanja količine soka. Bobičasto voće poput aronije, borovnice, ribiza, kupina i sl. zahtijeva samo meko drobljenje, pa se u tu svrhu provodi postupak drobljenja uz pomoću valjaka ili lopatica (Barrett i sur., 2005).

2.7.3. Prešanje

Za uspješnu provedbu prešanja potrebno je prethodno razoriti staničnu stijenku kako bi se olakšalo razdvajanje krute od tekuće faze što se postiže mljevenjem. Faktori koji utječu na dobit soka prešanjem uključuju: zrelost i uvjete rasta sirovine, debljinu prešane krute tvari, brzinu rasta tlaka, vrijeme prešanja i maksimalni upotrijebljeni pritisak, temperaturu krute tvari i tekućine, u kojoj su mjeri razbijene stanice (Herceg, 2011).

Za bobičasto voće koriste se kontinuirane i šaržne preše (Bates i sur., 2001). Hidraulične preše najviše se koriste u proizvodnji voćnih sokova, a postoje dva tipa: otvorene i zatvorene. Otvorene preše tzv. pak preše koje imaju najveću primjenu upravo u proizvodnji sokova, sastoje se od više horizontalnih ploča između kojih se stavlja materijal upakiran u vreće od platna. Poslije toga, primjenjuje se hidraulični pritisak jačine 10-15 bara. Postepenim povećanjem pritiska tekućina se lagano istiskuje iz materijala i skuplja u posude za prihvatanje (Herceg, 2011).

2.7.4. Predgrijavanje

Predgrijavanje je neizostavan proces kod svog jagodičastog i sitnog voća. Predgrijavanje bobičastog soka provodi se pri temperaturi od 85 °C tijekom 3 minute, a vrši se radi bolje ekstrakcije soka te inaktivacije pektolitičkih enzima i antocijanaze (Levaj, 2020).

2.7.5. Centrifugiranje

Odvajanje mogućih zaostalih čestica mutnoće vrši se pomoću centrifugalnih separatora. Oni rade na principu djelovanja centrifugalne sile, koja razdvaja tvari na temelju različitih gustoća (Levaj, 2020).

2.7.6. Deaeracija

Deaeracija je postupak koji se provodi radi sprječavanja kemijskog i fizikalnog štetnog djelovanja kisika iz zraka s ciljem očuvanja boje i arome (Herceg, 2011). Deaeracijom se može ukloniti zrak, hlapive arome i drugi plinovi otopljeni u soku. Deaeracija se vrši zagrijavanjem soka u vakuumskoj komori ili zasićenjem s inertnim plinom. Dušikov ili ugljikov dioksid propuhuje se kroz sok prije skladištenja u inertnoj atmosferi. Kada se zrak jednom ukloni ili zamijeni inertnim plinom, sok se mora zaštititi od negativnog učinka atmosfere u svim naknadnim fazama prerade (Bates i sur., 2001).

2.7.7. Pasterizacija

Pasterizacija je termički proces koji se upotrebljava za inaktivaciju mikroorganizama poput vegetativnih bakterija, plijesni i kvasaca, koji mogu biti odgovorni za trovanje hranom. Osim mikrobiološke inaktivacije, termička pasterizacija se uspješno koristi za inaktivaciju enzima u voćnim sokovima poput polifenoloksidaze, peroksidaze i pektinmetilesteraze. Zbog toga se rok trajanja toplinski obrađenih sokova može produljiti za čak nekoliko mjeseci bez problema u pogledu sigurnosti ili gubitka na kvaliteti. Pasterizacija voćnih sokova odnosi se na toplinske tretmane pri temperaturama do 100 °C (Ağçam i sur., 2018). Karakteristični uvjeti pasterizacije za voćne sokove mogu biti 65 °C 30 min⁻¹, 77 °C 1 min⁻¹, ili 88 °C 10-60 s⁻¹ (Fellows, 2009).

Pasterizacija se može provoditi prije ili nakon punjenja. Ako se provodi prije punjenja ovisno o tome da li se puni u staklenu, PET (polietilene tereftalat) ili kompozitnu ambalažu,

može se vršiti vruće (staklena ambalaža) odnosno hladno punjenje koje se onda obavezno provodi u aseptičkim uvjetima. Ukoliko se provodi vruće punjenje u staklenu ambalažu isto tako ambalaža mora biti sterilna, a to se provodi u tunelima gdje se boce ispiru vrućom vodom i potom suše vrućim zrakom (Levaj, 2020.)

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1 PROJEKTNII ZADATAK

Nalaže se izrada Elaborata tehničko-tehnološkog rješenja pogona za proizvodnju soka iz bobičastog voća aronije, borovnice i crnog ribiza.

Cilj projekta je proizvodnja funkcionalnog soka iz bobičastog voća bogatog raznim vitaminima, mineralima i antioksidansima.

Objekt treba projektirati kao samostalnu jednoetažnu građevinu. U ovom tehnološkom projektu potrebno je analizirati tehnološko rješenje te za svaku pojedinu fazu proizvodnje predložiti optimalne parametre.

U sklopu projekta potrebno je zadovoljiti godišnji kapacitet od 100 000 L soka od bobičastog voća. Proizvodnja se planira na bazi 8 satnog radnog vremena u jednoj smjeni, petodnevnom radnom tjednu i 200 radnih dana u godini. U sklopu objekta, uz glavni prostor za proizvodnju potrebno je projektirati sve prateće proizvodne i neproizvodne sadržaje poput prostora za prijem voća, skladište sirovina, ambalaže i gotovih proizvoda, garderobo-sanitarni blok itd.

U sklopu projekta, potrebno je navesti tehnološki opis: prijema i pripreme sirovine, proizvodnog procesa koji uključuje: mljevenje, prešanje, filtriranje, pasterizaciju, punjenje, pakiranje i skladištenje gotovog proizvoda.

Isto tako, treba dati popis svih potrebnih strojeva i tehnološke opreme, odrediti materijalne bilance (normative) proizvodnje, predvidjeti količine sirovina i deponiranje otpada, te prikazati zahtjeve za energentima, radnom snagom kao i uspješnu realizaciju proizvodnje.

Sve prostorije treba projektirati sukladno zakonskoj regulativi primjenjivanoj u Republici Hrvatskoj vodeći računa i o standardima EU, a definirana rješenja u tehnološkom projektu trebaju omogućiti proizvodnju sukladno HACCP-u, GMP, dobroj higijenskoj praksi (engl. Good Hygienic Practice, GHP) i ostalim standardima.

3.2 ANALIZA MAKROLOKACIJE

Za makrolokaciju pogona za proizvodnju soka iz bobičastog voća aronije, borovnice i crnog ribiza odabrana je Varaždinska županija (slika 6), područje grada Ivanca. Odabir ove lokacije temeljio se na dobrom geografskom položaju, u jednoj od gospodarski najprosperitetnijih županija Hrvatske. Dobra prometna povezanost s okolnim gradovima olakšava dopremu sirovine u pogon. Rastući razvoj infrastrukture omogućava dostupnost energenata, vode, radne snage kao i odvodnju otpadnih voda. Također, lokacija pogona se ne nalazi u blizini kemijske industrije za potencijalno štetan utjecaj na proizvodnju. Izgradnja ovakvog industrijskog pogona doprinijela bi razvoju gospodarstva na području grada Ivanca te također potaknula lokalno stanovništvo na uzgoj bobičastog voća, aronije, borovnice ili crnog ribiza. Dostupni podaci o gradu Ivancu daju uvid o tome da nema registriranog pogona za proizvodnju soka. Stoga, na temelju sakupljenih informacija zaključilo se kako bi izgradnja ovakvog pogona imala višestruki pozitivni utjecaj na razvoj ovog područja čime bi se potaknulo lokalno stanovništvo na uzgoj bobičastog voća, ali i otvorila nova radna mjesta (Poslovna zona Ivanec, 2021).

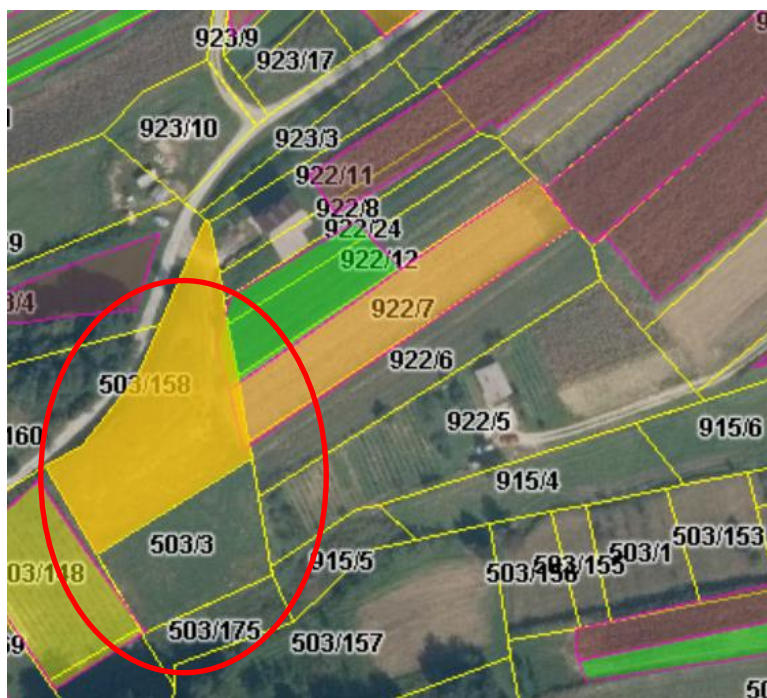


Slika 6. Varaždinska županija (Katastar, 2019)

3.3 ANALIZA MIKROLAKCIJE

Predviđena mikrolokacija planiranog objekta u Ivancu nalazi se u općini Radovan. Udaljenost Ivanca do autoceste Zagreb- Goričan je 17 kilometara, dok je udaljenost do Zagreba 70 kilometara.

Izgradnja pogona predviđena je na 3 susjedne parcele ukupne površine 2902 m² (k.č. 503/158, 503/3, 503/175). Čestica 503/158 ima direktan cestovni pristup, pri čemu je omogućen nesmetan transport repromaterijala i gotovog proizvoda (slika 7) (Katastar, 2019). Veličina zemljišta u skladu je s procijenjenom površinom za izgradnju pogona, parkirališta i vanjskog prostora potrebnog za prihvrat sirovine kao i distribuciju gotovih proizvoda.



Slika 7. Mikrolokacija pogona za proizvodnju soka iz bobičastog voća (Katastar, 2019)

Na česticama 922/8, 922/24 te 922/12 nalaze se postojeći nasadi aronije koji mogu doseći prihod čak i od 7 tona na godinu što bi bio dobar izvor sirovina za preradu, a transport bi bio znatno olakšan (slika 8). Na ovom području oborina je poprilično ravnomjerno raspodijeljeno tijekom godine, što pozitivno utječe na uzgoj aronije u postojećim nasadima (Grad Ivanec, 2021).



Slika 8. Nasadi aronije, čestica 922/24, Varaždinska županija (vlastita fotografija)

3.4 ANALIZA SIROVINE

Pojedini čimbenici poput vrste, sorte, geografskog položaja, uvjeta skladištenja, klime, zrelosti, mogu utjecati na kemijski i nutritivni sastav bobičastog voća (Paredes-López i sur., 2010).

Kada bobice dosegnu zadanu veličinu i težinu započinju biokemijski procesi zrenja koji dovode do fiziološke zrelosti i tada je plod zreo za berbu. Berba se ne smije obaviti prerano, prije početka fiziološke zrelosti plodova, jer bi to rezultiralo lošijom kvalitetom plodova. Tehnološka zrelost voća karakterizira voće u stadiju najpogodnijem za berbu (Levaj, 2020).

Optimalno vrijeme berbe bobičastog voća je vrijeme kada pokožica ploda dobije crnu boju, a prilikom rastavljanja ploda sjemenke lagano ispadaju. Kako plodovi ne bi prezreli i počeli otpadati, berbu treba obaviti brzo nakon početka zriobe (Milić, 2012).

Plodovi aronije dozrijevaju u vremenu od početka do sredine kolovoza. Količina suhe tvari u plodu je pokazatelj optimalnog vremena berbe, a određuje se refraktometrom. Optimalna vrijednost suhe tvari je 22 % ili 9 % šećera (Milić, 2012). Udio suhe tvari u aroniji iznosi između

17 % i 29 %, dok joj je pH vrijednost u rasponu 3,3-3,9. Udio reducirajućih šećera (glukoza, fruktoza) iznosi 13 % - 18 %, dok saharoza nije detektirana. Prisutan je sorbitol, šećerni alkohol koji se može koristiti kao zamjena za šećer. Udio masti iznosi 0,14 g 100 kg⁻¹, a proteina 0,7 g 100 g⁻¹. Udio ukupnih organskih kiselina je nizak u usporedbi s drugim voćem, a kreće se od 1 % do 1,5 %. Isto tako, analizom je utvrđena prisutnost prehrambenih vlakana u količini od 5,62 g 100 g⁻¹ svježeg voća uz relativno nizak sadržaj pektina od 0,3 % do 0,6 % (Kulling i Rawel, 2008).

Berba borovnica započinje u lipnju i traje 6-8 tjedana što ovisi o sorti i klimatskim uvjetima (Volčević, 2005). Borovnice su karakteristične po svome slatko-kiselom okusu. Najzastupljeniji šećeri u borovnici su glukoza i fruktoza, dok je najzastupljenija organska kiselina limunska (Rios de Souza, 2014).

Crni ribiz dozrijeva rano u ljeto, u lipnju i srpnju kada se provodi berba. Na udio i sadržaj fenolnih komponenti u bobicama crnog ribiza utječu mnogi čimbenici kao što su genotip, okoliš, faza rasta, vrijeme berbe itd. (Vagiri i sur., 2015).

3.5 ANALIZA GOTOVOG PROIZVODA

Ulaganje prehrambene industrije u razvoj funkcionalne hrane u posljednjih nekoliko godina neprestano raste u gotovo cijelom svijetu, uključujući i Hrvatsku. Pojam funkcionalne hrane prvi je put uveden 1980. godine u Japanu gdje je prvi puta i zakonskom regulativom definirana funkcionalna hrana uvođenjem statusa FOSHU (*Foods for Specified Health Use*) za prehrambene proizvode za koje je utvrđeno da imaju pozitivan zdravstveni učinak. Funkcionalni prehrambeni proizvodi, osim što osiguravaju osnovne nutritivne potrebe, imaju i pozitivan zdravstveni učinak. Funkcionalna hrana tako može biti: prirodna, hrana kod koje je povećan ili smanjen udio određenog sastojka, hrana kojoj je određeni sastojak dodan ili zamijenjen drugim, hrana kojoj je određeni sastojak modificiran ili je modificirana njegova bioraspoloživost (Štalić i sur., 2013).

Razne studije usmjerene su na bioaktivne spojeve bobičastog voća, njihova svojstva te korištenje kao funkcionalne hrane. WHO (Svjetska zdravstvena organizacija) ističe važnost antioksidacijskog djelovanja fenolnih komponenti, posebice iz tamno obojenih plodova bobičastog voća, te prevenciju kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa, raka kao i pretilost (Paredes-López i sur., 2010).

Nakon berbe bobičastog voća, kreće proizvodnja funkcionalnog soka aronije, borovnice i crnog ribiza (tablica 6) vrlo atraktivne tamne boje i visoke nutritivne vrijednosti. Sok bi se pakirao u staklene boce od 250 mL te 750 mL (slika 9). Sastavni dio ambalaže su zatvarači, odnosno twist-off poklopci. Napunjene boce se pakiraju u kartonske kutije koje se skladište na paletama u prostorijama za skladištenje gotovog proizvoda.



Slika 9. Staklene boce 250 mL i 750 mL (Vetropack, 2021)

Tablica 6. Udio bobičastog voća u funkcionalnom soku

Vrsta bobičastog voća	Udio
Aronija	40 %
Borovnica	40 %
Crni ribiz	20 %

4. REZULTATI I RASPRAVA

U ovom poglavlju opisani su dijelovi Elaborata tehničko-tehnološkog rješenja pogona za proizvodnju soka iz bobičastog voća kapaciteta 100 000 litara godišnje. Proizvodnja soka iz bobičastog voća odabrana je u skladu s trendom konzumacije funkcionalne hrane koja svojim sastavom pozitivno utječe na zdravlje. Proizvodni pogon i pripadajući postojeći nasadi aronije smješteni su u Varaždinskoj županiji, u gradu Ivancu, gdje agro-klimatski čimbenici omogućuju uspješan uzgoj. Planirani objekt bruto površine 869 m². projektiran je kao samostojeća jednoetažna građevina. Opisana je tehnološka koncepcija pogona te opis tehnološkog procesa proizvodnje soka uključujući shemu proizvodnje. Naveden je popis uređaja i opreme, tehnički

parametri prostorija, materijalna bilanca i potreba na radnoj snazi. Detaljno je izrađen tlocrt pogona, a na situacijskom planu je prikazan objekt na odabranoj lokaciji.

4.1. PRIJEDLOG TEHNOLOŠKE KONCEPCIJE

Projekt zadovoljava zakonsku regulativu Republike Hrvatske i Europske unije, isto tako u skladu je s dobrom proizvođačkom i higijenskom praksom. Objekt uključuje glavne i prateće proizvodne i neproizvodne dijelove. Proizvodni dio čine prostor za prijem bobičastog voća te glavni proizvodni prostor za obradu sirovine i proizvodnju soka koji obuhvaća dio za etiketiranje i punjenje boca. Uz uređaje i opremu u proizvodnim prostorijama osiguran je odgovarajući prostor za nesmetanu manipulaciju materijala i viličara te prolaz radnika.

Prateći proizvodni prostori uključuju prostore za skladište repromaterijala i gotovih proizvoda, spremište za pribor i sredstva za pranje, prostoriju za punjenje viličara i sl.

U neproizvodni dio ubraja se sanitarno-garderobni blok, uredske prostorije, kuhinja i blagovaonica te soba za sastanke i kušanje. Svi prostori su međusobno dobro povezani prema stručnim zahtjevima tehnologa i u skladu s visokim higijensko-sanitarnim kriterijima. Predviđeno je da se vremenski i prostorno odvoji ulaz sirovine te izlaz gotovog proizvoda, čime se sprječava mogućnost križanja puteva. Isto tako, predviđena je izgradnja parkirnih mjesta za djelatnike i goste na definiranoj parceli.

4.2. BLOK SHEMA PROIZVODNJE SOKA IZ BOBIČASTOG VOĆA



Slika 10. Shema proizvodnje soka iz bobičastog voća u planiranom objektu (vlastita shema)

4.3. OPIS TEHNOLOŠKOG PROCESA

4.3.1. Berba

Budući da svi plodovi aronije dozrijevaju u isto vrijeme, potrebna je samo jedna berba. Berba može biti strojna ili ručna, koja je pretežno zastupljena. Kako bi se ručna berba olakšala mogu se koristiti drveni alati (slika 11). Plodovi dozrijevaju u vremenu od početka do sredine kolovoza. Prilikom berbe beru se samo bobice, dok se peteljke i lišće uklanjaju. Plodovi aronije se pohranjuju u boks palete te tako transportiraju do pogona.

Berba borovnice odvija se u nekoliko navrata jer bobice ne dozrijevaju u isto vrijeme. Berba može trajati i do 6 tjedana, što ovisi o agro-klimatskim uvjetima. Plodovi borovnice beru se ručno u kašete pri čemu posebnu pažnju treba posvetiti kako se plod ne bi oštetio. Borovnice se čuvaju u hladnjačama sve do daljnje prerade (Volčević, 2005).

Berba crnog ribiza odvija se ručno kada je 90 % bobica posve zrelo. Crni ribiz bere se ručno, u obliku cijelih grozdova, te stavlja u kašete u kojima će se otpremiti do pogona (Volčević, 2005).



Slika 11. Drveni alat za branje bobičastog voća (vlastita fotografija)

4.3.2. Prijem i primarna obrada

Nakon berbe slijedi daljnja obrada u prostoriji za prijem i primarnu obradu. Bobičasto voće se pomoću uređaja za istresanje iz boks paleta istrese u prihvatni koš, nakon toga slijedi inspekcija te se voće doprema u stroj za pranje. U uređaju za pranje voća vrši se temeljito pranje i čišćenje aronije, borovnice i crnog ribiza. Bobičasto voće se nakon namakanja miješa u vodenom mlazu, a potom tušira. Prilikom pranja kontinuirano se izmjenjuje voda te se uklanja lišće, grančice, zemlja i druge prisutne nečistoće. Ukoliko se bobičasto voće smrzava, nakon pranja i inspekcije na površini voća zaostaje voda, stoga voće prolazi preko vibro stola gdje se pomoću vibracija i ventilatora uklanja voda propuhivanjem.

4.3.3. Skladištenje

Plodovi koji se ne prerađuju odmah nakon berbe, smrzavaju se i čuvaju do daljnje prerade. Smrzavanje bobičastog voća provodi se u komorama pri temperaturi od - 18 °C. Za skladištenje smrznutih plodova predviđene su dvije hladnjače ukupnog kapaciteta 150 t.

4.3.4. Proizvodnja soka

Nakon prijema i primarne obrade slijedi prerada bobičastog voća. Ukoliko se sok proizvodi iz smrznutih plodova bobičastog voća, bobice se moraju prethodno odmrznuti u prostoriji za primarnu obradu, a nakon toga mogu u daljnju preradu. Proizvodnja soka počinje mljevenjem voćne mase pomoću mlina za mljevenje voća, a potom se pumpom voćna masa doprema do hidraulične preše. Velika sila kojom se djeluje na voćnu kašu samljevenog voća, rezultira vrlo visokom iskoristivošću, ali i kvaliteti samog soka. Nakon prešanja sok je potrebno filtrirati. Filtriranje se vrši pomoću centrifugalne pumpe. Slijedi pasterizacija, toplinska obrada koja se vrši pri temperaturi od 80 °C. Nakon pasterizacije, sok se puni u staklene boce koje se zatvaraju poklopcem. Boce se moraju ohladiti pomoću hladnjaka boca na temperaturu ispod 40 °C. Ohlađene boce suše se na zraku, a zatim etiketiraju, čime proces završava.

4.4. TEHNOLOŠKI UREĐAJI I OPREMA

4.4.1 Primarna obrada bobičastog voća

Podna vaga

Podna vaga s navozom (slika 12) namijenjena je vaganju tereta. Podaci o težini očitavaju se na zaslonu koji se montira na zid. Izrađena je od nehrđajućeg čelika.

Tehnički podaci:

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 1250 x 1000 x 50

Kapacitet (kg) : 1000 kg



Slika 12. Podna vaga s navozom (Probus, 2020)

Uređaj za istresanje iz boks palete

Uređaj za istresanje iz boks palete (slika 13) namijenjen je mehaniziranom istresanju iz boks paleta, s mogućnošću inspekcije voća te uklanjanju oštećenih ili nezdravih plodova. Uređaj se sastoji od čelične konstrukcije, platforme za prihvat boks palete, hidrauličnog agregata, platforme za inspekciju voća te električne i upravljačke instalacije. Svi sastavni dijelovi uređaja koji su u kontaktu s voćem izrađeni su od nehrđajućeg (inoks) čelika visoke kvalitete, namijenjenog za gradnju tehnološke opreme u prehrambenoj i procesnoj industriji.

Tehničke karakteristike uređaja:

Tip: IP 1000

Najveća masa dizanja: 1000 kg

Snaga elektromotora: 1,1 kW

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 2200 x 2600 x 2500



Slika 13. Uređaj za istresanje iz boks palete IP 1000 (Euclid, 2021)

Uređaj za pranje voća

Bobičasto voće ubacuje se u uređaj za pranje (slika 14) na njegovom ulaznom dijelu. Transportna traka na ulazu uronjena je u vodu, i u tom dijelu uređaja voće se intenzivno miješa propuhivanjem stlačenog zraka kroz vodu u kojoj se nalazi voće. Miješanjem voća i vrtloženjem vode nečistoća se mehanički uklanja s površine i ostaje u vodi. Nakon pranja potrebno je s površine voća ukloniti nečistoće tuširanjem pomoću sustava prskalice. Uređaj za pranje sastoji se od: spremnika vode, transportne trake od nehrđajućeg čelika, elektromotora za pogon trake, sustava za distribuciju zraka, sustav prskalice za prskanje opranog voća čistom vodom, izlaznog lijevka za voće, armature za punjenje i pražnjenje vode, električne instalacije.

Tehničke karakteristike uređaja:

Tip: UP 1000

Kapacitet: 800-1200 kg h⁻¹

Volumen spremnika: 520 L

Snaga elektromotora ventilatora: 0,75 kW

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 2200 x 1700 x 1400



Slika 14. Uređaj za pranje voća UP 1000 (Euclid, 2021)

Uređaj za otpuhivanje površinske vode

Uređaj za otpuhivanje površinske vode služi za uklanjanje površinske vode zaostale nakon pranja i inspekcije aronije vibracijama. Stol je opremljen ventilatorom koji propuhuje aroniju i time uklanja površinsku vodu čime se sprječava sljepljivanje bobica tijekom postupka smrzavanja.

Tehničke karakteristike uređaja:

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 2200 x 800 x 1750

Snaga (kW) : 2,5

4.4.2. Uređaji za proizvodnju soka

Mlin

Mlin je namijenjen za mljevenje tj. usitnjavanje voća. Mlin se sastoji od postolja, ulaznog otvora, cilindrične posude, rotirajuće lopatice za primarno usitnjavanje plodova, rezne ploče, izlaznog otvora, elektromotora i električne instalacije. Rotiranjem lopatica s noževima dolazi do usitnjavanja plodova i guranja usitnjenih komada prema obodu cilindrične posude uslijed djelovanja centrifugalne sile. Na izlazu se nalazi izlazni lijevak, iz kojeg izlazi usitnjena voćna masa. Mlin nema vlastito postolje, već je pričvršćen na postolje preše.

Tehničke karakteristike uređaja:

Tip: M 1000

Kapacitet: 1000 kg h⁻¹

Snaga elektromotora: 1,1 kW

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 620 x 840 x 580

Hidraulična preša

Hidraulična preša namijenjena je prešanju voćne mase. Okvir preše, radna ploča i posuda za prihvata izrađeni su od nehrđajućeg čelika. Sastoji se od više horizontalnih ploča između kojih se stavlja materijal. Velika sila kojom se djeluje na kašu samljevenog voća rezultira vrlo visokom iskoristivošću, a time i kvalitetom soka.

Tehničke karakteristike uređaja:

Tip: HP 500

Kapacitet: 500 L h⁻¹

Snaga elektromotora: 1,5 kW

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 2400 x 2450 x 800

Filtar

Naplavni filtari namijenjeni su za filtriranje soka nakon prešanja. Filtriranje se vrši uz pomoć centrifugalne pumpe koja usisava mutni sok te ga protiskuje ga kroz naplavni sloj i filtarsko crijevo te tlači kroz tlačno crijevo u spremnik filtriranog soka.

Tehničke karakteristike uređaja:

Tip: F 500

Kapacitet: 800-1200 kg h⁻¹

Volumen spremnika: 520 L

Snaga pumpe filtra: 0,4 kW

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 2200 x 1700 x 1400

Spremnik soka

Spremnik soka sastoji se od posude volumena 400 L s ventilima za ispuštanje soka, propelerom za miješanje soka, nivokazom i električnom instalacijom (slika 15).

Tehničke karakteristike uređaja:

Tip: SM 400

Volumen spremnika: 400 L

Snaga elektromotora ventilatora: 0,25 kW

Broj okretaja miješalice: 70 min^{-1}

Dimenzije (promjer x visina) (mm): 640 x 1515



Slika 15. Spremnik soka (Euclid, 2021)

Pasterizator

Pasterizator se koristi za toplinsku obradu soka prije punjenja u ambalažu. Sok koji se pasterizira usisava centrifugalna pumpa iz spremnika soka koji se nalazi kraj pasterizatora. Pumpa tlači sok kroz crijevni izmjenjivač topline koji se nalazi u spremniku s vrućom vodom.

Zbog razlike temperature soka i vode u spremniku, toplina vode kroz stijenku prelazi na sok koji izlazi s tehnološki zadanom temperaturom od 80 °C. Nakon izlaska iz pasterizatora sok se puni u ambalažu.

Tehničke karakteristike uređaja:

Tip: P 500

Kapacitet punjenja: 500 L h⁻¹

Snaga grijanja: 4 kW

Energent: voda ili zemni plin

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 1400 x 2200 x 1300

Punilica sokova u boce

Punilica soka u boce (slika 16) sastoji se od postolja, spremnika soka, dva nosača boca s osam postolja, osam slavina, sustav za ravnomjernu raspodjelu soka, ručice za prekidanje protoka, priključka na pasterizator i preljevne cijevi. Sok iz pasterizatora transportira kroz crijevo do punilice i puni u boce smještene na postoljima. Kad se boce napune, protok se prekida te se pune boce uklanjaju s postolja.

Tehničke karakteristike uređaja:

Tip: PB 500

Kapacitet punjenja: 1 L

Broj slavina : 8

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 1400 x 820 x 400



Slika 16. Punilica soka u boce (Euclid, 2021)

Hladnjak boca

Hladnjak boca (slika 17) namijenjen je hlađenju staklenih boca nakon pasterizacije i punjenja u staklenu ambalažu.

Tehničke karakteristike uređaja:

Tip: HBV 1000

Kapacitet hlađenja: 1000 L h⁻¹

Volumen spremnika: 1200 L

Rashladno sredstvo: voda

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 2500 x 800 x 600



Slika 17. Hladnjak boca (Euclid, 2021)

Etiketirka

Poluautomatski stroj za ljepljenje naljepnica na okrugle boce, na staklo, lim, plastiku ili bilo koji materijal s glatkom površinom (slika 18). Etiketirka je izrađena od polietilena, koji se široko koristi u prehrambenoj industriji, vodootporan je i jednostavan za čišćenje.

Tehnički podaci:

Model: SFX-PE

Dimenzije (duljina x visina x širina) (cm): 32 x 50 x 26

Masa: 11 kg

Vrsta boce: okrugle

Kapacitet: 350 boca h⁻¹



Slika 18. Etiketirka za okrugle boce SFX-PE (Pakiranje.net, 2016)

Viličar

Viličar služi za prijenos i dizanje tereta unutar pogona (slika 19).

Tehnički podaci:

Nosivost (teret): do 2 t

Visina dizanja: do 8000 mm



Slika 19. Viličar (Still viličari, 2021)

CIP sustav pranja opreme

Postupak automatskog unutrašnjeg čišćenja proizvodnih linija (engl. clean in place, CIP) temelji se na čišćenju i dezinfekciji zatvorenih sustava poput tankova, cjevovoda, pasterizatora, punilica, ventila itd. Uređaj (slika 20) je izrađen od nehrđajućeg čelika, uključuje spremnik za pripremu otopine, a opremljen je priključcima za vodu te deterdžentima (Inokspa, 2021).

Tehnički podaci:

Dimenzije (duljina x visina x širina) (mm): 1800 x 2158 x 1250

Kapacitet: 300 L

Priključna snaga: 2,2 kW



Slika 20. Ručno pokretni mobilni sustav za pranje uređaja i opreme (Inokspa, 2021)

4.5. POPIS STROJEVA I TEHNOLOŠKE OPREME

Tablica 7 prikazuje popis strojeva i tehnološke opreme koji su potrebni za proizvodnju soka iz bobičastog voća u planiranom objektu. Kapaciteti uređaja međusobno su usklađeni. Potrebni strojevi i oprema raspoređeni su tako da se proizvodnja može neometano odvijati.

Tablica 7. Popis strojeva i tehnološke opreme

Naziv uređaja	Količina	Dimenzije D x V x Š (mm)	Kapacitet
Podna vaga	1	1250 x 1000 x 50	1000 kg
Uređaj za istresanje iz boks palete	1	2200 x 2600 x 2500	1000 kg
Uređaj za pranje voća	1	2200 x 1700 x 1400	800-1200 kg h ⁻¹
Uređaj za otpuhivanje površinske vode	1	2200 x 800 x 1750	500 kg
Mlin	1	620 x 840 x 580	1000 kg h ⁻¹
Hidraulična preša	1	2400 x 2450 x 800	500 L h ⁻¹
Filtar	1	2200 x 1700 x 1400	520 L
Spremnik soka	4	ø640 x 1515	400 L
Pasterizator	1	1400 x 2200 x 1300	500 L h ⁻¹

Punilica sokova u boce	1	1400 x 820 x 400	8 x 1 L
Hladnjak boca	1	2500 x 800 x 600	1000 L h ⁻¹
Etiketirka	1	320 x 50 x 26	350 boca h ⁻¹
Viličar	2	-	
CIP	1	1800 x 2158 x 1250	300 L

4.6. MATERIJALNA BILANCA

Materijalna bilanca ključna je za projektiranje prehrambenih procesa, postrojenja za obradu otpadnih voda, u optimizaciji procesa i kontroli, kao i u analiza troškova. Materijalna bilanca također služi kao osnova za dimenzioniranje, dizajn i odabir procesne opreme (Maroulis i Saravacos, 2003).

Ukupni godišnji kapacitet pogona za proizvodnju soka iznosi 100 000 litara. Budući da je računato iskorištenje sirovina od 70 %, u tablici 8 je prikazana količina bobičastog voća aronije, borovnice i crnog ribiza potrebna za 1000 L soka, kao i ambalažni materijal.

Tablica 8. Materijalna bilanca za proizvodnju soka

SOK OD ARONIJE, BOROVNICE I CRNOG RIBIZA			
Jedinica proizvodnje: 1000 L			
Redni broj	Sirovina	Jedinica mjere	Utrošak po jedinici proizvodnje
1.	Aronija	kg	571
2.	Borovnica	kg	571
3.	Crni ribiz	kg	285
	UKUPNO	kg	1427
AMBALAŽNI MATERIJAL			
Jedinica proizvodnje: 1000 L			
Redni broj	Ambalažni materijal	Jedinica mjere	Utrošak
1.	Boce, 250 mL	kom	2000
2.	Boce, 750 mL	kom	667
3.	Twist-off poklopci	kom	2667
4.	Etikete	kom	2667

4.7. ENERGETSKA BILANCA

Tablica 9 prikazuje energetska bilancu koja obuhvaća snagu uređaja koji se koriste u proizvodnji soka u pogonu. Ukupni zahtjevi za energijom u planiranom objektu iznose 13,6 kW.

Tablica 9. Energetska bilanca

Uređaj	Količina	Instalirana snaga električne energije (kW)
Uređaj za istresanje iz boks palete	1	1,1
Uređaj za pranje voća	1	0,75
Uređaj za otpuhivanje površinske vode	1	2,5
Mlin	1	1,1
Hidraulična preša	1	1,5
Filtar	1	0,4
Spremnik soka	4	0,25
Pasterizator	1	4
Hladnjak boca	1	1
Etiketirka	1	0,2
CIP sustav pranja	1	2,2

4.8. POTREBNA RADNA SNAGA

U tablici 10 prikazana su radna mjesta te broj zaposlenika u pogonu. Broj stalno zaposlenih je 7, a prilikom trajanja berbe aronije na postojećem nasadu zaposleno je još 14 sezonskih radnika.

Tablica 10. Potrebna radna snaga za planirani objekt

Radno mjesto	Broj djelatnika
Branje aronije	18
Prihvat bobičastog voća	2
Rad u pogonu (inspekcija, mlin, preša, pasterizator)	2
Punjenje, etiketiranje, pakiranje	1
Tehnolog	1
Računovodstvo	1
Čistačica	1
Direktor	1
Ukupno stalno zaposlenih	7

4.9. POPIS PROSTORIJA

Tablica 11 prikazuje popis svih prostorija u proizvodnom pogonu. Prostorije su projektirane u skladu s tlocrtnim rasporedom prikazanim na slici 21. Proizvodni i neproizvodni dio prostorno su razdvojeni. U blizini glavnih prostorija proizvodnog procesa projektirane su pomoćne prostorije koje doprinose uspješnoj provedbi procesa. Ukupna površina planiranog pogona iznosi 869 m².

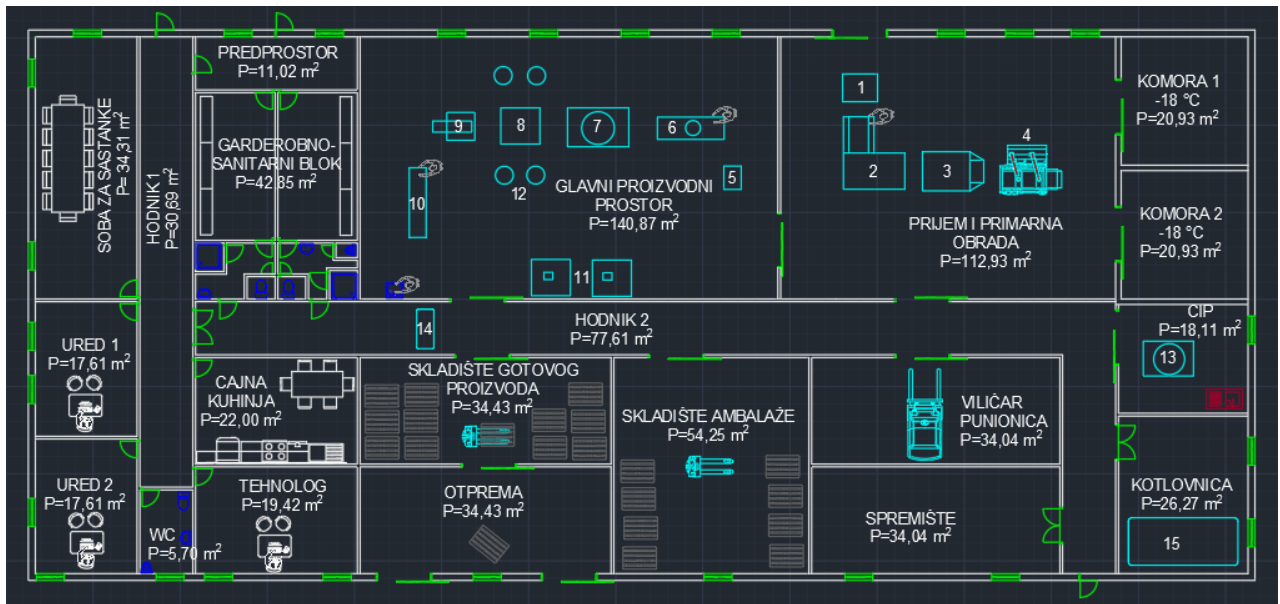
Tablica 11. Popis prostorija planiranog objekta

Prostorija	Površina (m²)	Temperatura °C	Vrsta poda
Prijem i primarna obrada	112,93	-	protuklizni epoksidni pod
Komora 1	20,93	-18	protuklizni epoksidni pod
Komora 2	20,93	-18	protuklizni epoksidni pod
Glavni proizvodni prostor	140,87	-	protuklizni epoksidni pod

CIP	18,11	-	protuklizni epoksidni pod
Kotlovnica	26,27	-	protuklizni epoksidni pod
Punionica viličara	34,04	-	
Spremište	34,04	-	protuklizni epoksidni pod
Skladište ambalaže	54,25	-	protuklizni epoksidni pod
Skladište gotovog proizvoda	34,43	12-20	protuklizni epoksidni pod
Otprema gotovog proizvoda	34,43	-	protuklizni epoksidni pod
Hodnik 1	30,69	-	protuklizni epoksidni pod
Hodnik 2	77,61	-	protuklizni epoksidni pod
Predprostor	11,02	-	protuklizni epoksidni pod
Soba za sastanke	34,31	-	parket
Garderobno sanitarni blok	42,85	-	keramičke pločice
Čajna kuhinja	22,00	-	keramičke pločice
Ured 1	17,61	-	parket
Ured 2	17,61	-	parket
Tehnolog	19,42	-	parket
WC	5,7	-	keramičke pločice

4.10. TLOCRT POGONA

Na slici 21 i u prilogu 1 prikazan je tlocrtni raspored pogona za proizvodnju soka iz bobičastog voća s pripadajućim prostorijama, uređajima i opremom, rađenog u programu za tehničko crtanje AutoCAD.



Slika 21. Tlocrtni raspored pogona za proizvodnju soka iz bobičastog voća (vlastita slika)

4.11. SITUACIJSKI PLAN

Situacijski plan (slika 22 i prilog 2) izrađen u AutoCAD-u prikazuje planirani pogon za preradu bobičastog voća površine 869 m² smješten na tri susjedne čestice ukupne površine 2902 m² s direktnim pristupom na cestu.



Slika 22. Situacijski plan (vlastita slika)

5. ZAKLJUČAK

U ovom radu ponuđena je tehnološka koncepcija pogona i linije za proizvodnju soka iz bobičastog voća. Iz izrađenog elaborata i provedene rasprave može se zaključiti:

1. Varaždinska županija odabrana je za makrolokaciju pogona zbog dobrog geografskog položaja, dobre prometne povezanosti s ostalim dijelovima Hrvatske kao i rastuće infrastrukture.
2. Za mikrolokaciju pogona odabrane su tri susjedne parcele ukupne površine 2902 m² smještene u gradu Ivancu.
3. Objekt ima površinu 869 m² što uključuje proizvodni i neproizvodni dio, a parcela je osim za pogon predviđena za izgradnju parkirnih mjesta za djelatnike i goste. Pogon je projektiran u skladu s propisima prehrambene struke i odgovarajućim građevinskim standardima.
4. Proizvodni dio obuhvaća prostor za prijem i primarnu obradu, glavni proizvodni prostor, prostor za punjenje i etiketiranje boca.
5. Neproizvodni pogon uključuje skladište repromaterijala i gotovog proizvoda, prostorija za viličare, CIP, sanitarno-garderobni blok, kuhinja, uredi, soba za sastanke i kušanje.
6. Uređaji i oprema raspoređeni su sukladno proizvodnoj liniji, dok su kapaciteti uređaja međusobno usklađeni. Uređaji su proizvedeni od nehrđajućeg čelika.
7. Planirani godišnji kapacitet je 100 000 L soka od bobičastog voća. Za realizaciju planiranog godišnjeg kapaciteta potrebno je 57 100 kilograma bobica aronije, 57 100 kilograma bobica borovnice i 28 500 kilograma bobica crnog ribiza.
8. Prerada uključuje mljevenje bobičastog voća u mlinu, prešanje voćne mase na hidrauličnoj preši, filtriranje soka na naplavnom filtru i pasterizaciji.
9. Sok se puni u staklene boce zapremnine 250 mL i 750 mL nakon čega se hlade, a potom i etiketiraju te transportiraju u prostor predviđen za skladištenje gotovog proizvoda.

6. LITERATURA

Ağçam, E., Akyıldız, A., & Dündar, B. (2018) Thermal Pasteurization and Microbial Inactivation of Fruit Juices. U: Fruit Juices: extraction, composition, quality and analysis, (Rajauria, G., Tiwari, B. K., ured.), Academic Press, London, str. 309–339.

Anonymous 1 (2013) The Friends of the Wild Flower Garden, <[Black Chokeberry, Aronia melanocarpa Michx. \(friendsofthewildflowergarden.org\)](https://www.friendsofthewildflowergarden.org/)>. Pristupljeno 3. kolovoza 2021.

Anonymous 2 (2021) SoriaNatural, <<https://soria-natural.hr/borovnica-vaccinium-myrtillus-l/>>. Pristupljeno 3. kolovoza 2021.

Anonymous 3 (2021) SoriaNatural, <<https://soria-natural.hr/crni-ribiz-ribes-nigrum-l/>>. Pristupljeno 3. kolovoza 2021.

Balbino, S. (2019) Tehnološko projektiranje – skripta predavanja, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb.

Barrett, D. M., Somogyi, L., Ramaswamy, H. (2005) Processing fruits, 2.izd., CRC Press LLC, Florida.

Bates, R. P., Morris, J. R., Crandall, P. G. (2001) Principles and practices of small-and medium-scale fruit juice processing, Food & Agriculture Org., Rome.

Bräunlich M., Slimestad R., Wangensteen H., Brede C., Malterud K. E., Barsett H. (2013) Extracts, anthocyanins and procyanidins from *Aronia melanocarpa* as radical scavengers and enzyme inhibitors. *Nutrients*, **5**(3), 663-678.

Chu W, Cheung S.C.M., Lau R.A.W. (2011) Bilberry (*Vaccinium myrtillus L.*) U: Herbal Medicine: Biomolecular and Clinical Aspects, 2 izd. (Benzie I.F.F, Wachtel-Galor S., ured.), Boca Raton (FL): CRC Press/Taylor & Francis, str. 55-73.

Ćujić, N., Kardum, N., Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Menković, N. (2018) Potential of Chokeberry (*Aronia Melanocarpa L.*) as a Therapeutic Food. *Therapeutic Foods*, 209–237.

De Oliveira, C. A. F., Da Cruz, A. G., Tavolaro, P., Corassin, C. H. (2016) Food Safety. *Antimicrobial Food Packaging*, str. 129–139.

De Smet, P. A. G. M. (1993) *Vaccinium Myrtillus*. *Adverse Effects of Herbal Drugs*, 307–314

Euclid (2021) Linije za proizvodnju soka od voća i povrća, <http://www.euclid.hr/linije_sok.html>. Pristupljeno 10. srpnja 2021.

FDA, Food and Drug Administration (2004) Guidance for Industry: Juice Hazard Analysis Critical Control Point Hazards and Controls Guidance, First Edition.

Fellows, P. J. (2009) Pasteurisation. Food Processing Technology: Principles and Practice, 3. izd., Woodhead Publishing Limited, Duxford, str. 381-382.

Fey, J. J. H. (2000) Design of a fruit juice blending and packaging plant. Technische Universiteit Eindhoven.

Garbacki, N., Tits M., Angenot L., Damas J. (2004) Inhibitory effects of proanthocyanidins from *Ribes nigrum* leaves on carrageenin acute inflammatory reactions induced in rats, *BMC Pharmacol.* **4**, 25.

Gopalan, A., Reuben, S. C., Ahmed, S., Darvesh, A. S., Hohmann, J., Bishayee, A. (2012) The health benefits of blackcurrants. *Food Funct.* **3**(8), 795–809.

Grad Ivanec (2021), <<https://www.ivanec.hr/1-naslovnica>>. Pristupljeno 6. srpnja 2021.

Grić Lj. (1990) Enciklopedija samoniklog jestivog bilja, Zagreb.

Herceg, Z. (2011) Procesi u prehrambenoj industriji, Plejada, Zagreb.

Holtung, L., Grimmer S., Aaby, K. (2011) Effect of processing of blackcurrant press-residue on polyphenol composition and cell proliferation, *J. Agric. Food Chem.* **59**, 3632–3640.

Inokspa (2021) CIP Manual Mobile System, <<https://www.inokspa.com/products/systems/cip-systems/cip-manual-mobile-cleaning-system>>. Pristupljeno 31. kolovoza 2021.

Joseph, J.A., Fisher, D.R., Carey, A.N. (2004) Fruit extracts antagonize ab-or da-induced deficits in Ca²⁺ flux in m1-transfected cos-7 cells. *J. Alzheimers Dis.* **6**, 403-411.

Kalt, W., Forney, C. F., Martin, A., Prior, R. L. (1999) Antioxidant Capacity, Vitamin C, Phenolics, and Anthocyanins after Fresh Storage of Small Fruits, *J. Agric. Food Chem.* **47**(11), 4638–4644.

Kalt, W., Lawand, C., Ryan, D. A. J., McDonald, J. E., Donner, H., Forney, C. F. (2003) Oxygen Radical Absorbing Capacity, Anthocyanin and Phenolic Content of Highbush Blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) during Ripening and Storage. *J. Amer. Soc. Hort Sci.* **128**(6), 917–923.

Kardum, N., Konić-Ristić, A., Šavikin, K., Spasić, S., Stefanović, A., Ivanišević, J., Miljković, M. (2014) Effects of Polyphenol-Rich Chokeberry Juice on Antioxidant/Pro-Oxidant Status in Healthy Subjects. *J. Med. Food.* **17**(8), 869–874.

Katastar (2019) Državna geodetska uprava, <<https://www.katastar.hr/#/>>. Pristupljeno 7. srpnja 2021.

Khoo, G. M., Clausen, M. R., Pedersen, H. L., & Larsen, E. (2012) Bioactivity and chemical composition of blackcurrant (*Ribes nigrum*) cultivars with and without pesticide treatment. *Food Chem.* **132**(3), 1214–1220.

Konić-Ristić, A., Šavikin, K., Zdunić, G., Janković, T., Juranić, Z., Menković, N., Stanković, I. (2011) Biological activity and chemical composition of different berry juices. *Food Chem.* **125**(4), 1412–1417.

Kulling, S. E., Rawel, H. M. (2008) Chokeberry (*Aronia melanocarpa*)—A review on the characteristic components and potential health effects. *Planta Med.* **74**(13), 1625-1634.

Levaj, B. (2020) Tehnologija voća i povrća – skripta, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb.

López-Gómez A., Barbosa-Cánovas G. V. (2005) Food plant design, Taylor & Francis Group, Boca Raton/London/New York/Singapore.

Lopez-Gomez, A., Barbosa-Canovas, G. (2005) Food plant design, Taylor & Francis, London.

Market Research (2020) Croatia: Other Juices, Juice Mixtures and Smoothies Market and the Impact of COVID-19 on It in the Medium Term, <<https://www.marketresearch.com/Williams-Marshall-Strategy-v4196/Croatia-Juices-Juice-Mixtures-Smoothies-13620187/>>. Pristupljeno 6. rujna 2021.

Maroulis Z. B., Saravacos G. D. (2003) Food process design, Marcel Dekker, Inc.

Milić M. (2012) Priručnik za uzgoj aronije, <[Priručnik za uzgoj Aronije - rasadnik Milić - Dokumenti | Agroklub.com](#)>. Pristupljeno 14. srpnja 2021.

Moyer, R. A., Hummer, K. E., Finn, C. E., Frei, B., Wrolstad, R. E. (2002) Anthocyanins, Phenolics, and Antioxidant Capacity in Diverse Small Fruits: Vaccinium, Rubus, and Ribes. *J. Agric. Food Chem.* **50**(3), 519–525.

Pakiranje.net (2016) Manualne i poluautomatske etiketirke, <<https://www.pakiranje.net/uznacavanje-i-printanje/manualne-i-poluautomatske-etiketirke/>>.

Pristupljeno 25. srpnja 2021.

Paredes-López, O., Cervantes-Ceja, M. L., Vigna-Pérez, M., Hernández-Pérez, T. (2010) Berries: Improving human health and healthy aging, and promoting quality life - A review. *Plant Foods Hum. Nutr.* **65**, 299-308.

Pérez-Gregorio, M. R., Regueiro, J., Alonso-González, E., Pastrana-Castro, L. M., Simal-Gándara, J. (2011) Influence of alcoholic fermentation process on antioxidant activity and phenolic levels from mulberries (*Morus nigra L.*). *Food Sci. Technol.* **44**, 1793-1801.

Perić, J. (2014) Projektiranje procesa – skripta predavanja, Kemijsko-tehnološki fakultet, Split.

Platonova, E. Y., Shaposhnikov, M. V., Lee, H. Y., Lee, J. H., Min, K. J., Moskalev, A. (2021) Black chokeberry (*Aronia melanocarpa*) extracts in terms of geroprotector criteria. *Trends Food Sci. Technol.* **114**, 570-584.

Poslovna zona Ivanec (2021), <<https://www.poslovna-zona-ivanec.hr/>>. Pristupljeno 5. srpnja 2021.

Pravilnik o voćnim sokovima i njima sličnim proizvodima namijenjenim za konzumaciju (2013) *Narodne novine* **48**, Zagreb.

Probus (2020) Podne vage, < <http://www.probus.hr/industrijske-vage/podne-vage/podna-vaga-4b1000na-detalji.html> >. Pristupljeno 25. kolovoza 2021.

Rashidinejad, A. (2020) Blueberries. *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables*, str. 467–482

Rios de Souza, V., Pereira, P. A. P., da Silva, T. L. T., de Oliveira Lima, L. C., Pio, R., Queiroz, F. (2014) Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. *Food Chem.* **156**, 362-368.

Rosenblat, M., Volkova N., Attias J., Mahamid R., Aviram M. (2010) Consumption of polyphenolic-rich beverages (mostly pomegranate and blackcurrant juices) by healthy subjects for a short term increased serum antioxidant status, and the serum's ability to attenuate macrophage cholesterol accumulation. *Food Funct.* **1**, 99–109.

Shahidi, F., Alasalvar, C. (2016) Handbook of Functional Beverages and Human Health, CRC Press / Taylor & Francis Group, Boca Raton, FL, str. 119-135; 164-174.

Still viličari (2019) Viličar, <<https://www.still.hr/vilicari/novi-vilicari/regalni-vilicari.html>>. Pristupljeno 7. kolovoza 2021.

Štalić, Z. i suradnici (2013) 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani. *Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista*, Zagreb, str. 82.

Talcott, S.T. (2007) Chemical composition of berry fruits. U: Berry fruit: value-added products for health promotion, (Zhao, Y., ured.) CRC Press, Boca Raton, Florida, SAD, str. 51-60.

Tomić, A., Tomaz, I., Jeromel, A. (2016) Kemijski sastav voćnih vina od aronije. *Glasnik Zaštite Bilja*, **39**(6), 63-69.

USDA, National Nutrient Database for Standard Reference Legacy Release, <[FoodData Central \(usda.gov\)](https://www.ars.usda.gov/nutrition/database/nutrient/)>. Pristupljeno 14. lipnja 2021.

Vagiri, M., Conner, S., Stewart, D., Andersson, S. C., Verrall, S., Johansson, E., Rumpunen, K. (2015) Phenolic compounds in blackcurrant (*Ribes nigrum L.*) leaves relative to leaf position and harvest date. *Food Chem.* **172**, 135–142.

Vetropack (2021) Staklena ambalaža/Boce za sok/Vetropack katalog, <[Vetropack Catalogue | Vetropack](#)>. Pristupljeno 8. srpnja 2021.

Volčević, B. (2005) Jagoda, malina, kupina, borovnica, ribiz, ogrozd, Neron d.o.o., Bjelovar.

Wu, X., Gu, L., Prior, R. L., McKay, S. (2004) Characterization of Anthocyanins and Proanthocyanidins in Some Cultivars of Ribes, Aronia, and Sambucus and Their Antioxidant Capacity. *J. Agric. Food Chem.* **52**(26), 7846–785.

Yonei, Y., Iwabayashi, M., Fujioka, N., Nomoto, K., Miyazaki, R., Hibino, S., et al. (2009) Evaluation of effects of cassis (*Ribes nigrum L.*) juice on human vascular function and gene expression using a microarray system. *Anti-aging Medicine*, **6**, 22–31.

Zakon gradnji (2019) *Narodne novine* **153**, Zagreb.

Zheng, W., Wang, S. Y. (2003) Oxygen Radical Absorbing Capacity of Phenolics in Blueberries, Cranberries, Chokeberries, and Lingonberries. *J. Agric. Food Chem.* **51**(2), 502–509.

7. PRILOZI

Prilog 1. Tlocrtni raspored u mjerilu 1:100.

Prilog 2. Situacijski plan u mjerilu 1:500.

IZJAVA O IZVORNOSTI

Izjavljujem da je ovaj diplomski rad izvorni rezultat mojeg rada te da se u njegovoj izradi nisam koristila drugim izvorima, osim onih koji su u njemu navedeni.

Valentina Bukal

Valentina Bukal