

Proizvodnja džema od borovnica

Bakač, Maja

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:151:905449>

Rights / Prava: [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-20**



Sveučilište Josipa Jurja
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet
agrobiotehničkih
znanosti Osijek**

Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Maja Bakač

Preddiplomski stručni studij vinogradarstva–vinarstva–voćarstva

Proizvodnja džema od borovnica

Završni rad

Požega, 2023.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Maja Bakač

Preddiplomski stručni studij vinogradarstva–vinarstva–voćarstva

Proizvodnja džema od borovnica

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. doc. dr. sc. Valentina Obradović, mentor
2. doc. dr. sc. Josip Mesić, član
3. Tomislav Soldo, dipl. ing. agr. v. pred., član

Požega, 2023.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Završni rad

Preddiplomski stručni studij vinogradarstva-vinarstva-voćarstva
Maja Bakač

Proizvodnja džema od borovnica

Sažetak: Plodovi borovnice (*Vaccinium corymbosum* L.) voće su visoke nutritivne vrijednosti. Proizvodnja ovog voća u svijetu napreduje, a količine plodova koji se stavljaju na tržište značajno rastu. Plodove borovnice je najbolje konzumirati svježe, ali mogu se konzumirati i u prerađenom obliku. Prerada borovnica u džem jedan je od načina prerade. Preradom borovnica u džem ne gube se antioksidativna svojstva ploda. Kvalitativna svojstva džemova namijenjenih tržištu propisana su na nivou Europske unije. Šećer, pektin i kiselina u uzajamnom djelovanju određuju konzistenciju džema, ali i druge kvalitativne karakteristike. U ovom radu istražuje se utjecaj različitih pektina u kombinaciji s različitim količinama dodanog šećera na osnovne karakteristike džemova. Borovnice prirodno sadrže dovoljno pektina da uz dovoljno dodanog šećera formiraju gel. Dodavanjem određenih pektinskih preparata moguće utjecati na konzistenciju džema, skratiti vrijeme pripreme, smanjiti udio dodanog šećera te povećati količinu gotovog proizvoda.

Ključne riječi: borovnice, džem, pektin, šećer
31 stranica, 5 tablica, 13 grafikona, 3 slike, 31 literaturni navod

Završni rad je pohranjen u Knjižnici Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Poljoprivrednog fakulteta u Osijeku

BASIC DOCUMENTATION CARD

Josipa Jurja Strossmayer University of Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Final work

Professional study of Viticulture-Oenology-Pomology
Maja Bakač

Blueberry jam production

Summary: Blueberry fruits (*Vaccinium corymbosum* L.) are fruits of high nutritional value. The production of this fruit in the world is thriving, and the quantities of blueberries placed on the market are growing significantly. Blueberries are best consumed fresh but are also available for consumption in processed form. Processing blueberries into jam is one of the methods of processing. The qualitative properties of jams intended for the market are regulated at the level of the European Union. Sugar, pectin and acid in mutual interaction determine the consistency of jam, but also other qualitative characteristics. This paper investigates how different pectin in combination with different amounts of added sugar influence the basic characteristics of jams. Blueberries naturally contain enough pectin to form a gel with enough added sugar. By adding certain pectin preparations, it is possible to affect the consistency of jam, shorten the preparation time, reduce the content of sugar added and increase the quantity of the finished product.

Key words: blueberries, jam, pectin, sugar
31 pages, 5 tables, 13 graphs, 3 pictures, 31 references

Final work is archived in Library of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek.

SADRŽAJ

| | |
|--------------------------------------------------------------|----|
| 1. Uvod | 1 |
| 2. Pregled literature..... | 2 |
| 2.1. Borovnice..... | 2 |
| 2.1.1. Biljka i plod | 2 |
| 2.1.2. Proizvodnja u svijetu | 4 |
| 2.1.3. Berba, sortiranje, skladištenje..... | 5 |
| 2.2. Proizvodi od borovnica | 7 |
| 2.2.1. Svježe borovnice..... | 8 |
| 2.2.2. Smrznute borovnice | 9 |
| 2.2.3. Proizvodi na bazi pektinskog gela | 10 |
| 2.2.4. Sok i kompot..... | 10 |
| 2.2.5. Dehidrirani proizvodi od borovnica | 10 |
| 2.2.6. Fermentirani proizvodi | 11 |
| 2.3. Zakonski okvir za stavljanje džemova na tržište | 11 |
| 2.4. Tehnološki zahtjevi za proizvodnju džema..... | 12 |
| 2.4.1. Šećer | 12 |
| 2.4.2. Pektin..... | 13 |
| 2.4.1. Kiselina..... | 14 |
| 2.4.2. Pasterizacija | 14 |
| 3. Materijal i metode..... | 15 |
| 3.1. Priprema džemova od borovnice | 15 |
| 3.2. Metode mjerenja fizikalnih i kemijskih parametara | 16 |
| 3.2.1. Mjerenje mase..... | 16 |
| 3.2.2. Mjerenje količine šećera..... | 17 |

| | | |
|--------|-----------------------------------------|----|
| 3.2.3. | Mjerenje pH vrijednosti..... | 17 |
| 3.3. | Senzorsko ocjenjivanje | 18 |
| 4. | Rezultati i rasprava | 20 |
| 4.1. | Rezultati kuhanja džemova | 20 |
| 4.2. | Rezultati senzorskog ocjenjivanja | 22 |
| 4.2.1. | Boja..... | 22 |
| 4.2.2. | Miris | 23 |
| 4.2.3. | Okus..... | 24 |
| 4.2.4. | Konzistencija | 26 |
| 4.2.5. | Ukupna ocjena uzoraka | 27 |
| 5. | Zaključak | 31 |
| 6. | Popis literature..... | 32 |
| 7. | Prilozi | 35 |
| 7.1. | Popis grafikona | 35 |
| 7.2. | Popis tablica..... | 35 |
| 7.3. | Popis slika | 35 |

1. UVOD

Plodovi visoke borovnice (*Vaccinium corymosum* L.) su voće kojem raste popularnost na globalnom nivou. Osim izvanrednog okusa, odlikuje ih i izrazito visoka nutritivna vrijednost, a zbog visokog sadržaja antocijana pripisuju im se i ljekovita svojstva.

Borovnice je najbolje je konzumirati u svježem stanju, a mogu se prerađivati na različite načine. Jedan od načina prerade je priprema proizvoda na bazi pektinskog gela što podrazumijeva proizvode određene želirane konzistencije kao što su marmelada, džem ili žele.

Prilikom stavljanja na tržište ovih proizvoda potrebno je zadovoljiti određene zahtjeve kvalitete koji su propisani na nivou Europske unije. Osim zadovoljavanja propisanih kvalitativnih kriterija, gotov proizvod bi trebao imati i zadovoljavajuće organoleptičke karakteristike koje najbolje odražavaju senzorska svojstva borovnica kao što su aroma, boja i konzistencija.

Džem je proizvod želirane konzistencije proizveden od voća i šećera. Kako bi se mogla postići odgovarajuća želirana konzistencija potrebno je optimizirati omjer između šećera, kiseline i pektina u gotovom proizvodu.

Cilj ovog rada je utvrditi kako primjena različitih pektina u kombinaciji s različitim udjelom šećera utječe na senzorska svojstva džema od borovnica.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. Borovnice

2.1.1. Biljka i plod

Borovnice su višegodišnje grmolike biljke koje spadaju u rod *Vaccinium* L.. Smatra se da u svijetu postoji oko 400 vrsta roda *Vaccinium* (Milivojević i Miletić, 2021.). U svijetu je komercijalno najznačajnija vrsta borovnica za uzgoj je *Vaccinium corymbosum* L., odnosno visoka borovnica. Prema podneblju u kojem se mogu uzgajati dijelimo ih na sjeverne visoke borovnice i južne visoke borovnice. Kultivari sjeverne visoke borovnice (Northern highbush blueberries – NHB) su prilagođeni na prilično hladne zimske temperature i rastu dobro na mjestima gdje ima 800 do 1000 sati zimskih inaktivnih temperatura. Kultivari južne visoke borovnice (Southern highbush blueberries – SHB) ne toleriraju zimske temperature niže od temperature smrzavanja te zahtijevaju oko 550 ili manje sati zimskih inaktivnih temperatura (Retamales i Hancock, 2018.). U klimatološkim uvjetima kontinentalne Hrvatske uzgajaju se kultivari sjeverne visoke borovnice.

Najpopularnije sorte sjeverne visoke borovnice su: Bluecrop, Duke, Earlyblue, Chandler, Jersey, Liberty, Spartan, Darrow, Patriot. Redovito se na tržištu pojavljuju novi kultivari kojima je cilj poboljšati karakteristike sorte. Najznačajniji ciljevi kod oplemenjivanja su: okus, veličina bobica, čvrstoća bobica, mali ožiljak na mjestu gdje se plod odvaja od peteljke, lako odvajanje ploda od peteljke za lakšu berbu – ručnu ili mehaničku te mogućnost dužeg skladištenja plodova.

Borovnica je grmolika biljka čiji životni ciklus može trajati i preko 50 godina. Visine je 1,5 do 3 metra. Grmovi mogu biti uži ili širi, niži ili viši te manje ili više bujni, što ovisi o genetskom potencijalu sorte.

Korijen je plitak te se razvija na dubini od 20 do 30 cm ispod površine tla. Glavnu masu korijena čine tanki do 2 mm debeli končasti korjenčići bez dlačica. Odsustvo dlačica na korijenu smanjuje mogućnost sorpcije hranjivih tvari iz tla. Prema Oblak (1996.) sposobnost upijanja hranjiva iz tla je mala, tj. deset puta manja nego li pri istom volumenu korijenja s dlačicama. Funkciju korijenovih dlačica mogu preuzeti erikoidne mikorizne gljive koje žive u simbiozi s borovnicama.

Grm borovnice se sastoji od izdanaka koji se razvijaju iz vegetativnih pupova ili dormantnih pupova lociranih na bazi grma. Izdanke koji rastu iz baze grma nazivamo granama i oni odrvene u drugoj godini rasta.

Jednogodišnji izdanak obično na vrhu ima generativne/cvjetne pupove i ispod njih vegetativne pupove. Cvjetni pupovi su veći i zaobljeni dok su vegetativni manji i šiljasti. Iz cvjetnih pupova razvijaju se grozdovi (*lat. raceme*) u tipu gronje (*lat. corymbus*). U cvatu može biti 6 do 14 cvjetova (Milivojević i Miletić, 2021.). Cvijet ima 5 latica koje su srasle i izgledaju poput zvončića, bijele su boje, a u početku cvatnje mogu biti i ružičaste. Čaška je oblikovna od pet lapova koji su srasli s plodnicom te ostaju na plodu do kraja zrelosti. Cvjetovi se ne otvaraju istovremeno već postepeno što može smanjiti štetu od proljetnih mrazova, budući da zatvoreni pupovi i cvjetovi u zatvorenijoj fazi razvoja bolje podnose mraz nego li potpuno otvoreni cvijet. Na istom rodnom izboju se najprije otvaraju cvatovi na vrhu izdanka, a postepeno slijedi otvaranje izdanak koji su bliže osnovi. U pojedinačnom grozdu se najprije otvaraju donji cvjetovi, zatim u sredini grozda, a najkasnije cvjetovi na vrhu.

Cvatnja ovisno o sorti počinje u prvoj polovini travnja i traje dva do četiri tjedna, a kod kasnijih sorata može potrajati i do sredine svibnja. Većina sorata visoke borovnice je samooplodna (Oblak, 1996.).

Oprašivanje vrše insekti: divlje pčele, bumbari, domaće pčele i drugi kukci.

Plod borovnice je bobica, čiji perikarp se sastoji od: egzokarpa (pokožice) i mezokarpa (mesa ploda) u čijem centralnom dijelu su inkorporirane sjemenke (Milivojević i Miletić, 2021.). Oblik ploda je okruglast, ovisno o sorti manje ili više spljošten. Boja pokožice je od svjetlo plave do tamno plave boje. Pokožica je prekrivena voštanom kutikulom (Retamales i Hancock, 2018.). Meso ploda varira od bijele do svijetlozelene boje.

Plod dozrijeva 2 – 3 mjeseca od oplodnje ovisno o klimatološkim uvjetima. Razvoj ploda odvija se u tri (3) faze. U prvoj fazi odvija se rast ploda i to snažnom diobom stanica. Bobica raste, ali ostaje tamnozeleno. U drugoj fazi dolazi do zastoja rasta ploda. Međutim, u toj fazi dolazi do diferencijacije i razvoja sjemenki (Oblak, 1996.). U trećoj fazi ponovno dolazi do značajnog porasta ploda zbog povećanja stanica. To je faza u kojoj dolazi do sazrijevanja bobice, u stanicama se odvijaju biokemijske reakcije pri čemu ona bubri, povećava svoju masu, mijenja boju iz zelene u tamno-plavu, raste udio šećera i dr.. Veličina bobica je od 8

do 24 mm, ovisno o sorti, uspješnosti polinacije, vremenu zriobe, položaju na grozdu. Masa jedne bobice je u prosjeku 2 g (Milivojević i Miletić, 2021.).

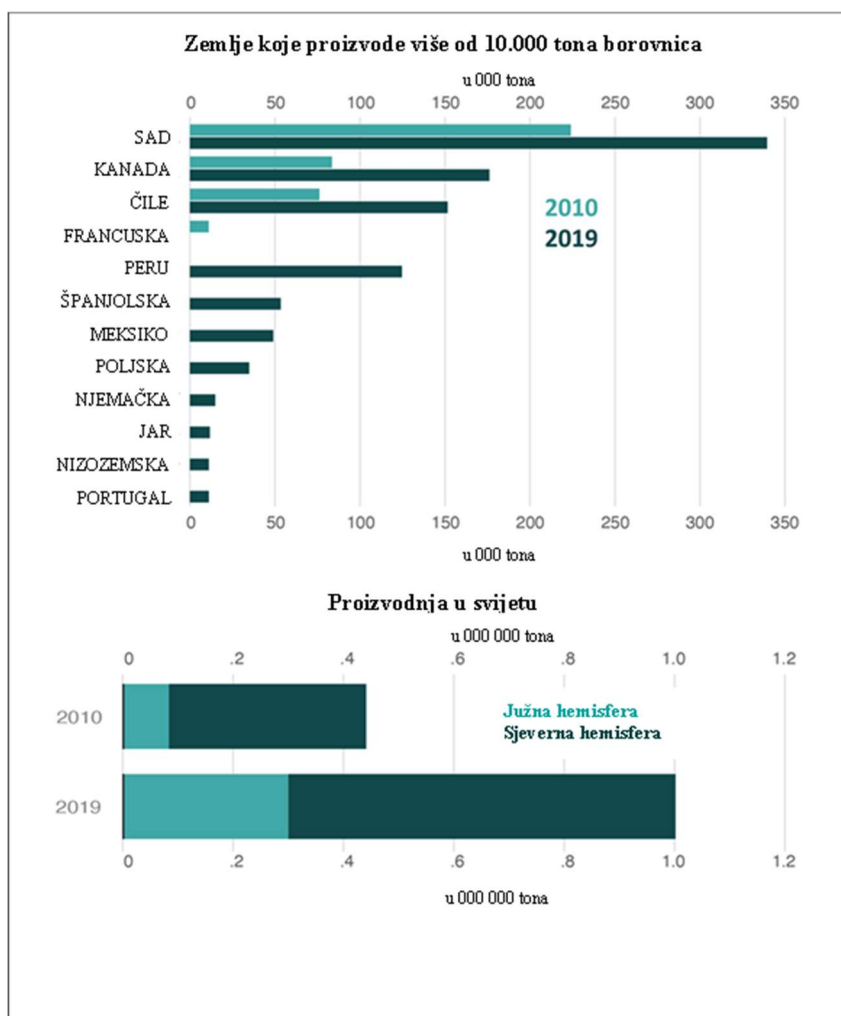
2.1.2. *Proizvodnja u svijetu*

Plodovi roda *Vaccinium* poznati su i rašireni diljem svijeta. U našem podneblju vrsta *Vaccinium myrtillus* L. je poznata kao divlja borovnica koja raste u planinskim krajevima kao podrast drveću. Međutim vrsta *Vaccinium corymbosum* L. je relativno nova vrsta voća jer je domestificirana tek 1908. godine. Začetnik uzgoja visoke borovnice je Frederick Coville koji je u svojim istraživanjima prvi utvrdio osnovne zahtjeve ovih biljaka: kiselo i dobro drenirano tlo, period zimskih inaktivnih temperatura, svojstvo da nemaju dlačica na korijenu te da su bumbari najbolji oprašivači. Prvi komercijalni urod borovnica su Frederick Coville i Elizabeth White obrali i prodali 1916. godine (U.S. HBC, 2023.). Od tih začetaka pa do danas visoke borovnice su imale strelovit uspjeh u komercijalnom uzgoju. Najprije se uzgoj borovnica raširio u Sjevernoj Americi, a kasnije i u cijelom svijetu. Prema Oblak u Europi je uzgoj borovnica započeo tek nakon 1960. godine i to u Njemačkoj, Nizozemskoj, Poljskoj i Rumunjskoj. U našim krajevima prve sadnice su bile uvezene 1962. te su posađene u Ljubljanskom barju (Oblak, 1996.).

Proizvodnja borovnica u svijetu ima značajan uspon. U razdoblju od 2010. do 2019. je više nego udvostručena s 439.000 tona na gotovo 1 milion tona (USDA, 2021.). Veliki porast u uzgoju zabilježen je u zemljama južne hemisfere. Na taj način sama prodaja borovnica više nema sezonski karakter jer su borovnice su dostupne tijekom cijele godine. 2010. godine samo u četiri zemlje je proizvodnja borovnica bila veća od 10.000 tona godišnje; u SAD-u, Kanadi, Čileu i Francuskoj. 2019. godine, osim što su te iste zemlje dvostruko povećale svoju proizvodnju, s proizvodnjom većom od 10.000 tona pojavile su se još i slijedeće zemlje: Peru s gotovo 125.000 tona godišnje, Španjolska i Meksiko s oko 50.000 tona godišnje, Poljska cca. 35.000 tona te Njemačka, Južnoafrička republika, Nizozemska i Portugal.

U Europi su najveći proizvođači Poljska, Njemačka i Nizozemska, gdje se uzgajaju sjeverne visoke borovnice, dok se u Španjolskoj, Portugalu i Italiji uzgajaju južne visoke borovnice. Na taj način sezona borovnica traje od travnja kada na tržište stižu borovnice iz Portugala i Španjolske pa do kraja Rujna do kada traje berba u Poljskoj i Njemačkoj. Nizozemska je najveći uvoznik borovnica u Europi jer preko njenih luka dolaze borovnice iz Perua i Čilea tijekom zime te se onda u Nizozemskoj u specijaliziranim postrojenjima borovnice sortiraju,

pakiraju i distribuiraju po cijeloj Europi. Proizvodnja borovnica u svijetu po zemljama i po geografskom položaju prikazana je na grafikonu 1.



Grafikon 1. Proizvodnja borovnica u svijetu po zemljama i po geografskom položaju (USDA, 2021.)

Iako je podizanje nasada borovnica velika investicija zamjetan je trend podizanja novih velikih nasada. Nedavno su ostvarene velike investicije u nove nasade u Kini, a u Europi u Rumunjskoj i Ukrajini tako da možemo očekivati i nove pridošlice u klub 10.000+ tona.

2.1.3. Berba, sortiranje, skladištenje

Borovnica se bere u stadiju tehnološke zrelosti. Bitno je da je cijeli plod plave boje, da je čvrst i suh. Nedovoljno zreli plodovi su podložniji dehidraciji i oštećenjima tijekom rukovanja.

U našim klimatskim uvjetima berba je moguća od kraja lipnja do sredine kolovoza, ovisno o sorti. Rane sorte su: Chanticleer, Earliblue, Spartan, Duke i Patriot, srednje rane su:

Bluejay, Blueray, Bluecrop, Bluegold, Chandler, a kasne: Darrow, Jersey, Elliot, Liberty i Aurora (Oblak, 1996.).

Plod borovnice ne dozrijeva istovremeno u grozdu tako da se berba mora odvijati u dva do tri prohoda kako bi se pobrali svi plodovi. Može se brati ručno i mehanički. Ručna berba je bolja za kvalitetu borovnica, međutim cjenovno i organizacijski je dosta zahtjevna. Ručno branje visokih borovnica je radno intenzivno i zahtijeva oko 1150 sati rada po hektaru (Retamales i Hancock, 2018.). Ručno branje, na manjim plantažama, može se organizirati na način da se borovnice beru direktno u ambalažu. U svakom slučaju kod ručnog branja, bračice/berači mogu odmah na licu mjesta odbaciti previše ili premalo zrele plodove kao i neželjene primjese npr. lišće, cvjetove, grančice i sl. Ručnim branjem po hektaru je moguće ubrati veću količinu plodova bolje kvalitete.

Postoji više načina strojno potpomognutog branja koji se svode na otresanje grana i prihvatanje plodova na neku platformu. To mogu biti ručni tresaći koji prihvaćaju plodove na platformu ili u sanduke, vučeni strojevi za branje koji otresaju grm i prihvaćaju borovnice u sanduke ili samohodni over-the-row strojevi koji prolaze iznad reda (Ebert, 2008.).

Prednosti strojnog branja su efikasnost i manja potreba za radnom snagom. S druge strane nedostaci su: moguće oštećenje grmova, rasip, neselektivno branje zelenih plodova, oštećenje i natučenje plodova koje može izazvati ubrzano propadanje plodova u skladištu. S obzirom da stroj za branje ne može raditi selekciju na polju, nakon strojnog branja obavezno je potrebno obaviti selekciju i sortiranje kako bi se isključili zeleni i prezreli plodovi te primjese (Retamales i Hancock, 2018.).

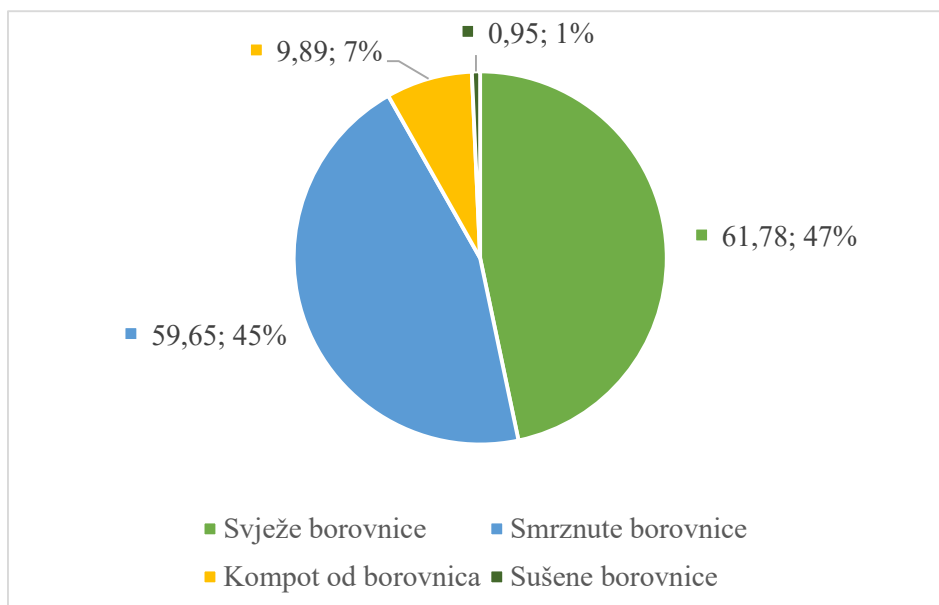
Prema Ebert (2008) nakon berbe plodove je potrebno čim prije ohladiti kako bi imali čim duži vijek skladištenja. Plod borovnice je u usporedbi s drugim jagodastim voćem prilično čvrst i pogodan za skladištenje ukoliko mu se osiguraju adekvatni uvjeti. Plodovi koji ulaze u skladište moraju biti suhi, zdravi i čvrsti. Svaki mekani plod, ili plod koji ispušta sok, ili se znoji, može u skladištu izazvati probleme. Zbog toga je bitno čim prije odvojiti sve neadekvatne plodove kako ne bi izazvali kvar na zdravim plodovima. Optimalna temperatura čuvanja borovnica je 0 °C do 3 °C, a prihvatljiva temperatura skladištenja može biti do 8 °C. Na taj način borovnice mogu biti skladištene i do četiri (4) do šest (6) tjedana. U uvjetima optimalnog snižavanja temperature i sortiranja prije skladištenja te kontrolirane atmosfere kod skladištenja moguće je skladištiti borovnicu i do tri (3) mjesec.

Borovnica nakon branja neće mijenjati boju iako i nakon berbe može doći do određenog stvaranja antocijana u kožici, ali ne i do povećanja količine šećera. Zato borovnice prilikom berbe moraju biti u cijelosti plave. Generalno je manje zrele proizvode moguće duže skladištiti nego potpuno zrele. Isto tako plodovi sorata sa nižim odnosom šećera i kiseline ostaju duže vrijeme svježi nego oni sa manje kiseline (Ebert, 2008.).

2.2. Proizvodi od borovnica

Proizvode od borovnica možemo podijeliti u različite kategorije. Najznačajnija kategorija su svježe borovnice jer u tom obliku imaju najbolja organoleptička svojstva. Kontinuirani porast proizvodnje borovnica potiče poljoprivrednike na istraživanje novih tehnoloških rješenja za proizvodima veće dodane vrijednosti (Mendes-Ferreira, et al., 2019.). Osim u svježem obliku borovnice se na tržištu mogu naći i konzervirane i to: u smrznutom obliku ili u vidu različitih prerađevina.

Tržište SAD-a je predvodnik u potrošnji borovnica u svijetu i kao takvo je pokazatelj u kojem smjeru će se i kod nas razvijati potrošnja i prerada borovnica. Struktura potrošnje borovnica u SAD-u pokazana je na grafikonu 2 iz kojeg je vidljivo da gotovo polovina potrošnje borovnica u SAD-u otpada na svježe borovnice dok ostatak otpada na prerađevine. Kod prerade borovnica najveći izazov je zadržati nutrijente, boju i eventualno strukturu ploda. (Technomic®, 2020.)



Grafikon 2. Potrošnja borovnica u SAD-u prema kategorijama u 2019. godini u milionima tona (Technomic®, 2020.)

2.2.1. Svježe borovnice

Oko dvije trećine svjetske proizvodnje borovnica se stavlja na tržište u svježem obliku. Plodovi borovnice izvrsnog su okusa i prepuni su hranjivih sastojaka. Svo voće je zdravo, ali kada bismo rangirali voće od najzdravijeg prema voću sa najmanjom hranjivom vrijednošću, borovnice bi bile pri vrhu ljestvice. Borovnice sadrže visoku koncentraciju polifenola, osobito flavonoida i antocijana. Izvrstan su izvor prehrambenih antioksidanata i različitih grupa polifenola (Dragović-Uzelac, 2010.). Utvrđeno je da antioksidansi generiraju različite pozitivne učinke na ljudsko zdravlje te da je konzumacija svježeg voća najbolji način unosa istih (Retamales i Hancock, 2018.). Odličan su izvor vlakana, vitamina C, vitamina K, kalija i mangana. 100 g borovnica sadrži samo 64 kcal. Borovnice mogu pomoći kod prevencije dijabetesa tipa 2, Alzheimerove bolesti i srčanih tegoba (U.S. HBC, 2023.). Plodovi vrste *Vaccinium* imaju antimikotičke, antibakterijske i antivirusne osobine. Plodovi sadrže široki raspon potencijalno antimikrobne fenolne spojeve i visoke razine organskih kiselina (Salunkhe i Kadam, 1995.). Kemijski sastav ploda borovnice prikazan je u tablici 1.

Tablica 1. Kemijski sastav svježih borovnica (USDA, 2022.)

| Prosječna hranjiva vrijednost na 100 g | | | |
|----------------------------------------|------------|----------------------------------------|-----------|
| voda | 84,20 g | minerali | |
| energija | 64,00 kcal | kalcij (Ca) | 12,00 mg |
| dušik (N) | 0,11 g | željezo (Fe) | 0,34 mg |
| bjelančevine | 0,70 g | magnezij (Mg) | 6,20 mg |
| masti | 0,31 g | fosfor (P) | 13,00 mg |
| pepeo | 0,23 g | kalij (K) | 86,00 mg |
| ugljikohidrati | 14,60 g | natrij (Na) | < 2,00 mg |
| od toga šećeri: | 9,36 g | cink (Zn) | 0,09 mg |
| saharoza | < 0,25 g | bakar (Cu) | 0,05 mg |
| glukoza | 4,42 g | mangan (Mn) | 0,42 mg |
| fruktoza | 4,94 g | vitamini i ostale komponente | |
| laktoza | < 0,25 g | vitamin C, ukupna askorbinska kiselina | 8,10 mg |
| maltoza | < 0,25 g | | |
| galaktoza | < 0,10 g | biotin | < 3,70 µg |

Veličina ploda ovisi o sorti, agroekološkim i tehnološkim uvjetima uzgoja. Krupni plodovi bolje prolaze kod kupaca, lakše se beru i preferiraju se za svježiju potrošnju. Sitniji plodovi bolji su za preradu. Kod određivanja kvalitete svježih borovnica potrebno je obratiti pažnju na veličinu i čvrstoću ploda te koncentraciju topive suhe tvari (uglavnom šećera), kiselina i

antioksidansa (Retamales i Hancock, 2018.). Preporučeni standard kvalitete ploda borovnice prikazan je u tablici 2.

Tablica 2. Preporučeni standard kvalitete ploda borovnice (Retamales i Hancock, 2018.)

| Naziv | Raspon |
|----------------------------------------------|---------------------------|
| pH | 2,25 – 4,25 |
| kiselost primarno limunska kiselina | 0,3 % – 1,3 % |
| topiva suha tvar | > 10 % |
| topivi suha tvar / organske kiseline (omjer) | 10 – 33 |
| čvrstoća | deformacija > 70 g/mm |
| veličina | > 10 mm |
| boja | plava, < 0,5 % antocijana |

Količina šećera i kiselina formira se u plodu tijekom zriobe. Iako borovnica nije klimakterijsko voće, nakon branja zbog respiracije ipak malo raste količina šećera i količina antocijana, dok kiseline ostaju na istom nivou. Od ukupnih kiselina kod borovnica najznačajnija je limunska kiselina koje u plodu ima 77 % - 87 % ovisno o stupnju zrelosti ploda (Hwang, et al., 2020.).

Čvrstoća ploda je bitan parametar jer utječe na privlačnost ploda za konzumaciju te ukazuje na propadanje ploda nakon berbe. Također je u korelaciji sa zriobom jer zrelije bobice, osim što imaju više šećera, imaju manju čvrstoću u odnosu na manje zrele. Čvršćim, manje zrelim, plodovima se lakše manipulira tijekom sortiranja, skladištenja, pakiranja i distribucije (Ebert, 2008.).

2.2.2. Smrznute borovnice

Zamrzavanje borovnica je metoda konzerviranja kojom se najmanje utječe na kvalitetu i gubitak hranjivih tvari, a značajno se povećava vijek trajanja. Također zamrzavanje se preporuča i kao prethodni tretman kod proizvodnje drugih prerađevina od borovnica, kao npr. proizvodnje soka ili sušenja borovnica. Bitno je napomenuti da na kvalitetu zamrznutih borovnica utječe ne samo kvaliteta samog ploda koji se zamrzava, već i način zamrzavanja kao i način skladištenja nakon zamrzavanja.

Smrznute borovnice mogu se koristiti na različite načine: za direktnu konzumaciju, za napitke kao što su smoothiji, milk shakeovi i tekući voćni jogurti, u sladoledu, za kolače i druge prerađevine (Zhao, 2007.).

2.2.3. Proizvodi na bazi pektinskog gela

U proizvode na bazi pektinskog gela ubrajamo, marmeladu, džem i žele (Obradović, 2011.). To su proizvodi želirane konzistencije s visokim postotkom šećera. Radi se o jednom od najstarijih načina konzerviranja voća. Proces je relativno jednostavan i ne zahtijeva kompliciranu tehnologiju. Marmelade, džemovi i želei tradicionalna su hrana pa tako i u starim kuharicama možemo naići na tvrdnje: Marmelada je važna hrana, koja ne smije manjkati u radničkoj, seljačkoj, a ni u građanskoj kući. Marmeladu možeš pripremiti s malo troška. Potrebno je samo malo pažnje i okretnosti (Zakonjšek, 1965.).

Budući da su svježe borovnice relativno kratkog vijeka trajanja, prerada je jedan od načina da se sačuvaju njihove visoke nutritivne vrijednosti. Svježi plodovi borovnice, ali i džem od borovnica su bogat izvor fenolnih spojeva i imaju jako antioksidativno djelovanje. Prema Prvulović (2021.) procesom prerade ne gube se bioaktivni spojevi, dapače zbog manje zbog gubitka vode tijekom prerade fenolnih spojeva je više u džemu nego li u svježim borovnicama. Zbog toga džem od borovnica može predstavljati važan izvor bioaktivnih spojeva te imati snažan antioksidativni kapacitet u prehrani.

2.2.4. Sok i kompot

Sok od borovnica je izrazito ukusan i bogatog okusa proizvod koji sadrži većinu nutrijenata iz svježeg ploda. Proizvodi se iz svježih ili smrznutih borovnica. U procesu proizvodnje soka od borovnica poželjno je borovnice smrznuti zatim zagrijati na 50 °C, tretirati ih pektolitičkim enzimima, provesti prešanje, filtraciju te pasterizaciju. Ovaj postupak zamrzavanja i zagrijavanja povećava iskorištenje za 50%, a sadržaj antocijanina za čak petnaest puta (Salunkhe i Kadam, 1995.).

Kompot od borovnica je proizvod u kojem su cijele borovnice prelivene šećernim sirupom, sterilizirane i zatvorene u hermetičkoj ambalaži, najčešće limenci. Na taj način su cijele borovnice dostupne tijekom cijele godine. Najviše se koriste u restoranima te u bolničkim i studentskim kantinama (Technomic®, 2020.).

2.2.5. Dehidrirani proizvodi od borovnica

Sušenje je jedna od najstarijih metoda konzerviranja voća kojom se smanjuje aktivnost vode da bi se produžio vijek trajanja. Sušenjem se mogu očuvati prehrambena vlakna, pigmenti i šećeri. Međutim proces sušenja je potrebno obaviti s osobitom pažnjom kako ne bi došlo do gubitka vrijednih nutritivnih sastojaka kao što su fenoli, vitamini, vlakna i dr.

Sušene borovnice pojavljuju se na tržištu kao cijele sušene bobice ili obliku praha.

Sušene borovnice koriste se u različitim proizvodima prehrambene industrije na primjer za žitne pločice, kao dodatak žitnim pahuljicama, kao dodatak mliječnim proizvodima, preljevima, kao dodatak čokoladama i sl. (U.S. HBC, 2023.).

2.2.6. Fermentirani proizvodi

Plod borovnice sadrži 10 % – 13 % šećera zbog čega je moguće iz njih proizvesti proizvode alkoholnog vrenja. Alkoholno vrenje je anaerobni, biokemijski proces pretvaranja šećera u etanol, ugljični dioksid i energiju u prisustvu kvasaca. Provođenjem alkoholnog vrenja masulja od borovnica moguće je proizvesti vino od borovnica, rakiju od borovnica, liker od borovnica, a dodatnim provođenjem octeno-kiselinske fermentacije moguće je proizvesti ocat.

Vino od borovnice ima veću antioksidacijsku sposobnost od crvenog vina i puno veću od bijelog vina, stoga ono može biti učinkovitije od crvenog vina u prevenciji srčanih bolesti (Sanchez-Morendo i sur., 2003).

2.3. Zakonski okvir za stavljanje džemova na tržište

Prilikom stavljanja na tržište proizvoda na bazi pektinskog gela moramo voditi važećoj zakonskoj regulativi. Propisi su usklađeni na nivou Europske unije što znači da su definicije i kvalitativni zahtjevi za proizvode koji se stavljanju na tržište u cijeloj Europskoj uniji jednaki.

Direktiva vijeća 2001/113/EZ od 20. prosinca 2001. o voćnim džemovima, želeima i marmeladama te zaslađenom kesten pireu namijenjenim prehrani ljudi je okvir koji se preuzima u nacionalna zakonodavstva, ali ujedno i omogućuje da nacionalna zakonodavstva prilagode svoje pravilnike prema svojim nacionalnim tradicijama i običajima. Proizvodi koji su u skladu s ovom Direktivom mogu se stavljati na tržište Republike Hrvatske, ali i na tržište cijele Europske unije.

U Republici Hrvatskoj propis kojim se definiraju zahtjevi kvalitete kojima u proizvodnji i stavljanju na tržište moraju udovoljavati proizvodi na bazi pektinskog gela je Pravilnik o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu (Narodne novine 84, 2019.). Prema tom Pravilniku džem je proizvod odgovarajuće želirane konzistencije koji sadrži voćnu pulpu i/ili voćnu kašu jedne ili više vrsta voća, šećer i vodu. Količina voćne pulpe i/ili voćne kaše upotrijebljena za proizvodnju 1000 g konačnog

proizvoda, ne smije biti manja od 350 g kao opće pravilo. Ekstra džem je proizvod odgovarajuće želirane konzistencije koji sadrži nekonzentriranu voćnu pulpu jedne ili više vrsta voća, šećer i vodu. Količina voćne pulpe upotrijebljena za proizvodnju 1000 g konačnog proizvoda, ne smije biti manja od 450 g kao opće pravilo. Proizvodi moraju sadržavati najmanje 60 % topljive suhe tvari, određene refraktometrom, uz iznimku proizvoda kod kojih je šećer djelomično ili u cijelosti zamijenjen sladilima.

Proizvodi koji ne udovoljavaju uvjetima gore navedenih propisa ne mogu se stavljati na tržište pod nazivima definiranim u tim propisima, npr. džem ili ekstra-džem i dr.

Izvjesno je da će se u skorije vrijeme ovi propisi mijenjati jer je Europska komisija objavila prijedlog (COM(2023)0201, 2023.) kojim radi reviziju postojeće legislative i predlaže minimalne izmjene kojima bi se omogućilo povećanje sadržaja voća u gotovom proizvodu, odnosno kojima bi se zakonski potaknulo smanjenje ukupno dodanog šećera i kako bi se povećala ukupna konzumacija voća. Prema tom prijedlogu Europske komisije džem trebao biti proizveden od minimalno 450 g voća na 1000 g konačnog proizvoda, a ekstra džem od 550 g voća na 1000 g konačnog proizvoda. Istovremeno se ne bi utjecalo na rok trajanja jer bi se minimalni sadržaj ukupnih šećera zadržao na 60 %.

2.4. Tehnološki zahtjevi za proizvodnju džema

2.4.1. Šećer

Šećer u džemovima je porijeklom iz dva izvora. Prvi izvor je voće od kojeg se radi džem. Količina šećera u voću ovisi o vrsti i zrelosti voća. Drugi izvor je dodani šećer. Za proizvodnju džemova mogu se koristiti „obični šećer“ – saharoza, glukoza, fruktoza, a djelomično je moguća i zamjena (najčešće do 30 %) tih šećera glukoznim i glukozno-fruktoznim sirupom radi sprečavanja kristalizacije šećera (Lovrić i Piližota, 1994.). Šećer je bitan jer na sebe veže vodu i na taj način konzervira proizvod. S visokom koncentracijom šećera smanjuje se aktivnost vode. Kod smanjene aktivnosti vode smanjuje se i mikrobiološka aktivnost i formiranje spora kod plijesni. Na taj način proizvod je zaštićen od daljnjeg rasta bakterija, međutim ne i od rasta plijesni i kvasaca. Uobičajena ukupna količina šećera u džemovima je 50 % i više.

U kontaktu voća sa šećerom dolazi do osmoze između stanične otopine ploda i otopine šećera. Pri sobnoj temperaturi na taj način dolazi do inverzije dijela dodanog šećera u glukozu i fruktozu. Ova kemijska promjena u smjesi voća i šećera donosi bitne prednosti za

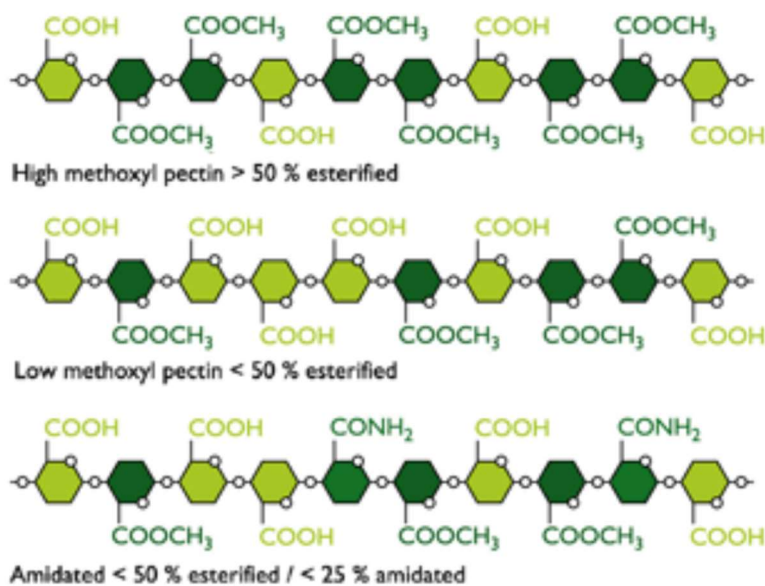
kvalitetu džema i želea kao intenzitet boje, pojačanje voćnog okusa te sprečava kristalizaciju šećera u slučajevima kad ga je previše (Figuerola, 2007.).

2.4.2. Pektin

Pektinske tvari su polisaharidi velike molekularne mase koji se nalaze u staničnoj membrani biljaka. Ime pektin dolazi od starogrčke riječi $\pi\eta\kappa\tau\iota\kappa\acute{o}\varsigma$ *pēktikós* što znači čvrst, tvrd i ukazuje na sposobnost pektina da formira gel (Wikipedia, 2023.). Glavna kemijska komponenta je galakturonska kiselina.

Za proizvodnju džemova bitan nam je pektin jer ima sposobnost želiranja. Pektin ili pektininska kiselina je makromolekula poligalakturonske kiseline, potpuno ili djelomično esterificirane metilnim alkoholom (Jašić, 2007.). Topiv je u vodi, bubri i ima veliku moć hidratacije.

Molekularna masa pektina kreće se od 50.000 do 300.000 (Wikipedia, 2023.). Što je molekularna masa veća to je veća moć želiranja, ali se smanjuje topljivost u vodi.



Slika 1. Prikaz viskoesterificiranog, niskoesterificiranog i amidiranog pektina (Jašić, 2007.)

Stupanj esterifikacije pektina utječe na želirajuća svojstva što je prikazano na slici 1. To postotak esterificiranih karboksilnih grupa u pektinskim tvarima (Jašić, 2007.). Prema svojstvima želiranja pektine možemo podijeliti u tri skupine:

- Viskoesterificirane (HM) – više od 50 % je esterificirano s metoksilnim skupinama,

- Niskoesterificirani (LM) – manje od 50 % je esterificirano s metoksilnim skupinama,
- Amidirani pektini – više od 25 % metoksilnih skupina je zamijenjeno s amidnim skupinama.

Viskoesterificirani želiraju u sredini s više od 55 % topive suhe tvari u sredini pH 2,8 – 3,4. Niskoesterificirani želiraju u sredini s 10 – 80 % topive suhe tvari u sredini pH 11,8 – 6,5. Amidirani želiraju u sredini s više od 30 – 65 % topive suhe tvari u sredini pH 2,5 – 6,5.

Pektin za komercijalnu upotrebu može se nabaviti kao pektin u prahu, praškaste konzistencije i bijedo žute boje. To su proizvodi koji se dobivaju najčešće od jabuka ili citrusa, a služe kao pomoćna sredstva za proizvodnju želiranih proizvoda (Jašić, 2007.).

2.4.1. Kiselina

Kiselina je treći bitan sastojak džemova. Ona stabilizira odnos između šećera i pektina. Sve tri komponente moraju biti u određenom stehiometrijskom odnosu kako bi se postigla želirana konzistencija (Obradović, 2011.). Voće iz kojeg se obično rade džemovi prirodno sadrži organske kiseline najčešće limunsku, askorbinsku, jabučnu, i dr. Sve ove kiseline mogu se dodati prilikom kuhanja džema kako bi se korigirao pH i stvorili uvjeti za formiranje gela.

Kiselina također pomaže pri inverziji šećera što utječe na bolju kvalitetu finalnog proizvoda. Također niski pH povoljno djeluje na trajnost proizvoda jer kiselina negativno utječe na razvoj mikroorganizama (Figuerola, 2007.).

2.4.2. Pasterizacija

Pasterizacija je postupak kod kojim se uništavaju vegetativne stanice mikroorganizama na temperaturi manjoj od 100 °C.

Pri proizvodnji džemova ovaj postupak potrebno je provesti nakon zatvaranja flašica kako bismo bili sigurni da unutar zatvorene staklenke nema živih mikroorganizama. Na taj način staklenke mogu dugo stajati i neće doći do kvarenja proizvoda. Većina džemova ima rok trajanja od 18 do 36 mjeseci (Figuerola, 2007.).

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Priprema džemova od borovnice

Za pripremu džemova od borovnica korištene su smrznute borovnice ubrane u sezoni 2022. na plantaži Blueberry ranch u Ksajpi kraj Čakovca.

Džemovi su pripremljeni na slijedeći način: Smrznute borovnice stavljene su u lonac na maceraciju i otapanje. Količina od 2 kg borovnica po jednom uzorku pomiješana je s predviđenom količinom šećera i ostavljena da odstoji minimalno četiri sata. Nakon maceracije pristupilo se kuhanju. Uzorci bez dodatnog pektina kuhali su se do prihvatljivog stupnja želiranja. Uzorci s dodanim pektinom kuhali su se 45 - 60 minuta. Pektin i limunska kiselina su se dodavali pred kraj kuhanja. Nakon kuhanja gotovi džem se punio u sterilizirane staklenke. Odmah nakon zatvaranja staklenke su stavljene u pećnicu na temperaturu od 90 °C na 15 minuta nakon čega su izvađene van i ostavljene da se ohlade.

Staklenke su numerirane brojevima od 1 do 10 što predstavlja oznaku uzorka prema redoslijedu po kojem su kuhani. Pripremljeno je ukupno deset uzoraka od smrznutih borovnica.

Za usporedbu su u maloprodaji kupljena još tri uzorka. Kupljeni uzorci premješteni su iz originalnih u staklenke identične staklenkama u kojima su uzorci 1 do 10 te su numerirani brojevima od 11 do 13.

Prilikom kuhanja koristila se uvijek ista količina borovnica i ista količina limunske kiseline. Parametri koji su se varirali su količina dodanog šećera, i to: 0, 500, 1000 i 1500 grama šećera na količinu od 2000 grama borovnica. Osim toga varirala se količina i vrsta dodanog pektina. Četiri uzorka su pripremljena bez dodanog pektina, u četiri (4) je dodan srednje brzo želirajući HM pektin, Sosa Medium Rapid Set Pectin, u količini od 0,5 % i 0,8 %, u dva (2) uzorka dodan je amidirani LM pektin s dodanim kalcijem, Sosa Low Sugar Pectin, u količini od 0,8 %. U uzorke 5, 7, 8 i 9 je dodano i po 200 ml vode sukladno uputi proizvođača pektinskog pripravka. Točne količine ulaznih sastojaka navedene su u tablici 3.

Sosa Medium Rapid Set Pectin (HM pektin) je termostabilan gelifikator od kore citrusa. Preporuča se za džemove u dozi od 0,5 % do 1,0 %. Prikladan je za pH 3,1 – 3,5 sa minimalno 50 % dodanog šećera i dodanom kiselinom (Sosa, 2023.).

Tablica 3. Priprema uzoraka – ulazne i izlazne količine

| uzorak | masa borovnica (g) | masa šećera (g) | masa pektina (g) | masa limunske kiseline (g) | voda (ml) | ukupno input (bez vode) | masa proizvoda nakon ukuhavanja (g) | vrsta dodanog pektina |
|--------|--------------------|-----------------|------------------|----------------------------|-----------|-------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| 1 | 2.000 | 1.000 | 0 | 5 | 0 | 3.005 | 2.477 | |
| 2 | 2.000 | 1.500 | 0 | 5 | 0 | 3.505 | 3.143 | |
| 3 | 2.000 | 0 | 0 | 5 | 0 | 2.005 | 1.643 | |
| 4 | 2.000 | 500 | 0 | 5 | 0 | 2.505 | 2.079 | |
| 5 | 2.000 | 500 | 10 | 5 | 200 | 2.515 | 2.548 | HM pektin |
| 6 | 2.000 | 1.000 | 10 | 5 | 0 | 3.015 | 2.857 | HM pektin |
| 7 | 2.000 | 0 | 16 | 5 | 200 | 2.021 | 1.965 | LM+Ca pektin |
| 8 | 2.000 | 500 | 16 | 5 | 200 | 2.521 | 2.519 | LM+Ca pektin |
| 9 | 2.000 | 500 | 16 | 5 | 200 | 2.521 | 1.936 | HM pektin |
| 10 | 2.000 | 1.500 | 16 | 5 | 0 | 3.521 | 3.316 | HM pektin |

Sosa Low Sugar Pectin (LM + Ca pektin) je amidirani niskoesterificirani pektin s dodanim kalcijem za želiranje bez dodanog šećera. Preporuča se za džemove u dozi od 0,5 % do 0,8 %. Prikladan je za pH 3,2 – 3,5. Nije potrebno dodavati šećer (Sosa, 2023.).

3.2. Metode mjerenja fizikalnih i kemijskih parametara

Prilikom pripreme džemova mjereni su slijedeći parametri: masa ulaznih sirovina i masa konačnog proizvoda, količina vode, kiselost i količina šećera u gotovom proizvodu.

3.2.1. Mjerenje mase

Za mjerenje mase korištena je digitalna kuhinjska vaga koja može mjeriti raspon od 1g do 5000 g.

Prilikom pripreme džemova mjereni su slijedeći parametri:

- Masa ulaznih sirovina: borovnica, šećera, pektina i limunske kiseline
- Masa proizvoda nakon ukuhavanja

Ovi podaci koristili su se i za izračun postotka voća u konačnom proizvodu koji je izračunat po formuli:

$$\frac{m(B)}{m(GP)} * 100 = \% (V)$$

gdje je $m(B)$ – masa borovnica, $m(GP)$ – masa gotovog proizvoda, a $\%(V)$ – postotak voća u gotovom proizvodu.

3.2.2. Mjerenje količine šećera

Količina šećera u gotovom proizvodu mjerena je refraktometrom Milwaukee MA871. Refraktometar je optički instrument koji mjeri indeks loma otopine i daje rezultat u stupnjevima Brix-a ($^{\circ}Bx$).

Prije samog mjerenja potrebno je izvršiti je kalibraciju uređaja destiliranom vodom.

Količina šećera u džemu mjeri se na način da se pred kraj kuhanja uzima mala količina uzorka koja se razmaže po čistoj prizmi refrakometra. Pritiskom na tipku „read“ refraktometar mjeri količinu šećera u uzorku te je prikazuje na zaslonu uređaja.



Slika 2. Mjerenje količine šećera refraktometrom (vlastiti izvor)

3.2.3. Mjerenje pH vrijednosti

Za mjerenje pH vrijednosti korišten je pH-metar Milwaukee pH51.

Prije samog mjerenja potrebno je izvršiti kalibraciju za mjerenje kiselih otopina. Za to se koriste kalibracijske otopine pH 4,01 i pH 7,01 i to na način da se sonda uroni prvo u otopinu pH 7,01, a zatim u otopinu pH 4,01. Nakon kalibracije pH-metar je spreman za upotrebu.

Sonda pH-metra uranja se u gotov proizvod. Za očitavanje rezultata potrebno je pričekati nekoliko sekundi da se sonda stabilizira. Nakon toga rezultat se očitava na zaslonu uređaja.



Slika 3. Mjerenje pH vrijednosti pH-metrom (vlastiti izvor)

3.3. Senzorsko ocjenjivanje

Senzorski panel činili su studenti prve i druge godine preddiplomskog stručnog studija Enogastronomije na Fakultetu turizma i ruralnog razvoja u Požegi, koji su prošli obuku iz senzorskog ocjenjivanja. Redosljed kušanja određen je prema postotku šećera od najmanjeg prema najvećem kako količina šećera ne bi pretjerano oslabila senzorske sposobnosti ocjenjivača. Na anketnom listiću ocjenjivači su bodovali uzorke prema svojstvima i to: za boju i miris bodovima od 0 do 4, a za okus i konzistenciju bodovima od 0 do 6. Maksimalni broj bodova koji je bilo moguće ostvariti je bio 20.

Svojstva koja su se ocjenjivala su: boja, miris, okus, konzistencija. Ocjenjivanje se vršilo prema kriterijima navedenim u tablici 4.

Tablica 4. Kriteriji ocjenjivanja džemova

| SVOJSTVO | KARAKTERISTIKA | BODOVI |
|---------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| BOJA | Nijansa i jakost boje karakteristični za odgovarajuću vrstu voća | 4 |
| | Nijansa karakteristična, ali nešto različitog intenziteta (nezatno izbljedila ili prejako obojena) | 2 - 3 |
| | Oslabljena ili pretamna nekarakteristična boja, po zagorenom | 1 |
| | Boja koja uopće ne odgovara vrsti navedenog voća | 0 |
| MIRIS | Izvrstan, harmoničan, karakterističan za odgovarajuću vrstu voća | 4 |
| | Karakterističan, ali nezatna razlika intenziteta (prejaka ili preslaba) | 3 |
| | Oslabljen, ali još karakterističan za proizvod | 2 |
| | Bez mirisa ili blago izražen strani miris (npr. po zagorenom) | 1 |
| | Pokvaren, po plijesni | 0 |
| OKUS | Karakterističan proizvodu, bez prigovora, harmoničan | 6 |
| | Karakterističan proizvodu, ali je intenzitet nešto slabije izražen | 4 - 5 |
| | Slabiji, ali još karakterističan proizvodu, ukupni utisak nije izrazito harmoničan | 2 - 3 |
| | Normalan okus navedene vrste voća s drugim blago izraženim priokusom (npr. po zagorenom) | 1 |
| | Pokvaren okus po plijesni i truleži | 0 |
| KONZISTENCIJA | Izvrсна, marmelada maziva, potpuno homogena | 6 |
| | Marmelada maziva, s vrlo slabo vidljivim odjeljivanjem tekućeg dijela (sineraze) | 4 - 5 |
| | Prekruta, slabo maziva ili preslaba, tekuća s vidljivim odjeljivanjem tekućeg sloja | 1 - 3 |
| | Potpuno nehomogena, neodgovarajuća | 0 |

4. REZULTATI I RASPRAVA

4.1. Rezultati kuhanja džemova

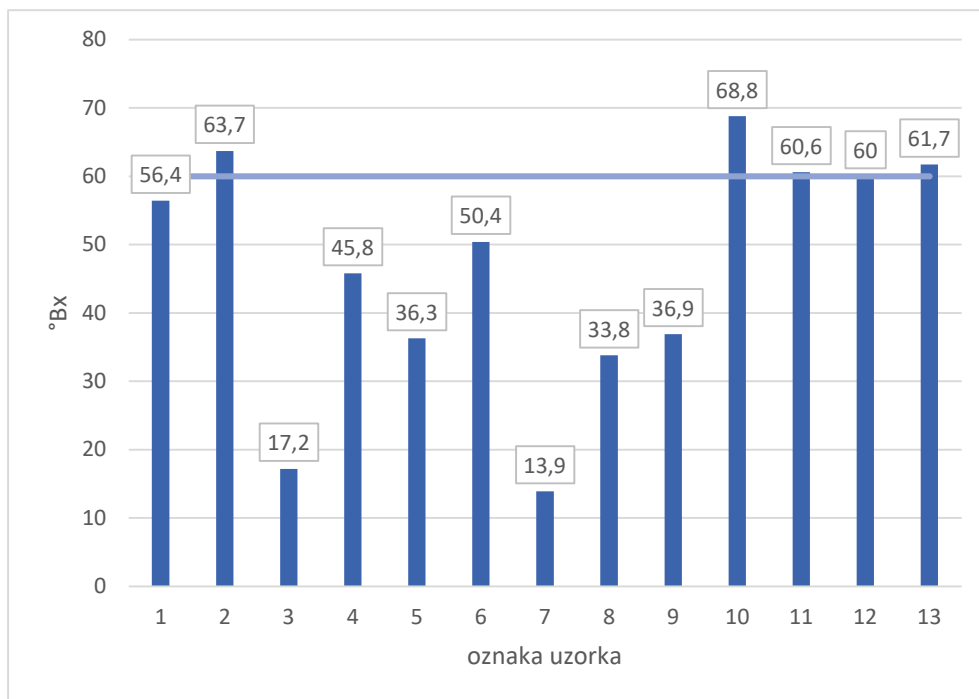
Pripremljeno je ukupno 13 uzoraka od čega deset pripremljenih u pokusu i tri kupljena u maloprodaji. Rezultati izmjerenih pH vrijednosti prikazani su u tablici 5.

Tablica 5. Izmjereni pH u konačnom proizvodu

| uzorak | pH |
|--------|-----|
| 1 | 3,1 |
| 2 | 2,9 |
| 3 | 2,5 |
| 4 | 3,0 |
| 5 | 2,8 |
| 6 | 2,5 |
| 7 | 2,8 |
| 8 | 3,0 |
| 9 | 3,0 |
| 10 | 3,0 |
| 11 | 3,1 |
| 12 | 3,2 |
| 13 | 3,2 |

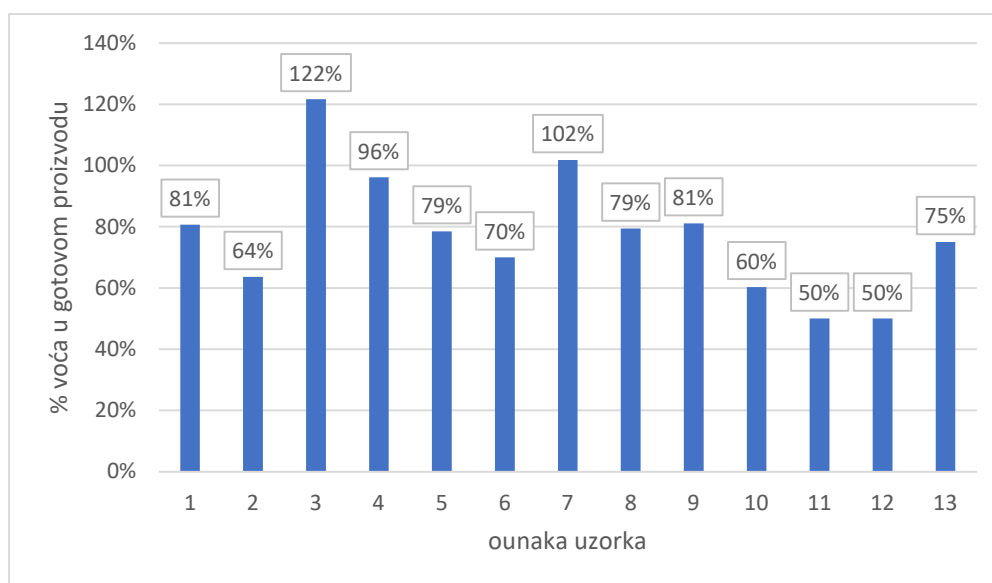
Uzorci u koje je dodan pektin kraće su se kuhali jer je želirana konzistencija trebala biti postignuta pektinom. Uzorci 1 – 4 u koje nije dodavan pektin kuhali su se dulje što znači da je ispareno više vode te je konzistencija je postignuta kombinacijom ugušćivanja i prirodno prisutnog pektina u borovnicama. Duljim kuhanjem, odnosno isparavanjem vode, povećava se količina šećera/suhe tvari te su rezultati mjerenja u °Bx veći. Samo jedan od uzoraka bez pektina, uzorak 2, zadovoljava kriterij od najmanje 60 % topljive suhe tvari kako je propisano Pravilnikom o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu (Narodne novine 84, 2019.). To je uzorak za pripremu kojeg je dodano najviše šećera. U grafikonu 3 prikazano je koji uzorci su zadovoljili kriterij od najmanje 60 % °Bx.

U uzorke 5, 7, 8 i 9 dodani su voda i pektin. Dodavanjem vode nadoknadila se isparena količina vode, a želirana konzistencija postignuta je pektinom. Međutim smanjila se i količina ukupne suhe tvari. Prilikom kuhanja uzorka 8 mjerena je količina šećera na početku kuhanja te je iznosila 54,8 °Bx dok je nakon dodavanja vode i pektina iznosila 33,8 °Bx.



Grafikon 3. Topiva suha tvar u °Bx – rezultati mjerenja uzoraka u odnosu na propisanu granicu

Prema kriteriju ukupne topljive suhe tvari samo uzorci 2, 10, 11, 12 i 13 zadovoljavaju kriterij prema Pravilniku o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu (Narodne novine 84, 2019.). Prema tome samo te uzorke možemo klasificirati pod naziv ekstra džem od borovnica. Sve ostale uzorke moramo nazvati drugačijim nazivom, npr. voćni namaz od borovnica, pripravak od borovnica ili bilo koji drugi naziv koji dobro opisuje karakteristiku proizvoda.



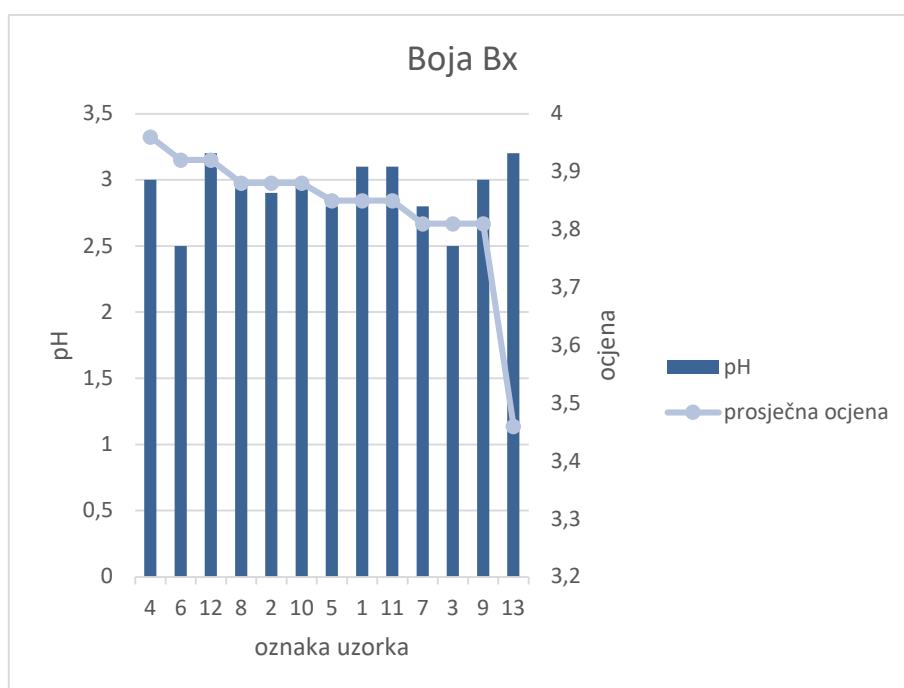
Grafikon 4. Postotak voća u gotovom proizvodu

Pravilnikom o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu je propisana količina voća koja treba biti upotrijebljena na 1000 g konačnog proizvoda kako bi se klasificirao gotovi proizvod (Narodne novine 84, 2019.). Prema rezultatima, u svih 13 uzoraka upotrijebljena je dovoljna količina voća da proizvod možemo nazvati ekstra džem. Postotak upotrijebljenog voća u gotovom proizvodu prikazan je u grafikonu 4. U uzorcima gdje je dodavano manje šećera postotak je veći. U uzorcima koji su pripremljeni bez dodanog šećera postotak je veći od 100 % jer je upotrijebljeno više voća nego li je ukupna masa gotovog proizvoda. Razlika se odnosi na isparenu vodu.

4.2. Rezultati senzorskog ocjenjivanja

4.2.1. Boja

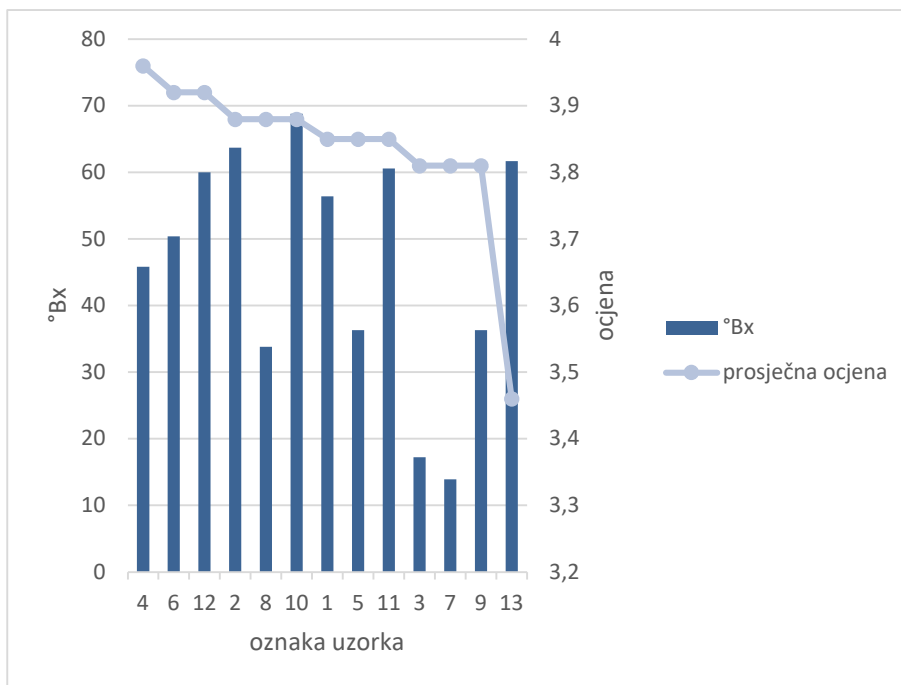
Ocjene za boju su za sve uzorke bile ujednačene. Najbolje je ocjenjen uzorak 4 s prosječnom ocjenom 3,96, a najlošije uzorak 13 s prosječnom ocjenom 3,46. Standardna devijacija je kod svih uzoraka <1 što znači da je zanemariva.



Grafikon 5. Ocjena boje u odnosu na izmjereni pH

Iz grafikona 5. u kojem je prikazan odnos ocjene uzorka i izmjerene pH vrijednosti, vidljivo je da pH nije utjecao na ocjenu boje.

Korelacija između prosječne ocjene uzorka i količine dodanog pektina iznosi $-0,24$ što znači da je boja uzoraka bez dodanog pektina ocjenjena bolje nego boja uzoraka s dodanim pektinom, ali da to nije bio presudan faktor.



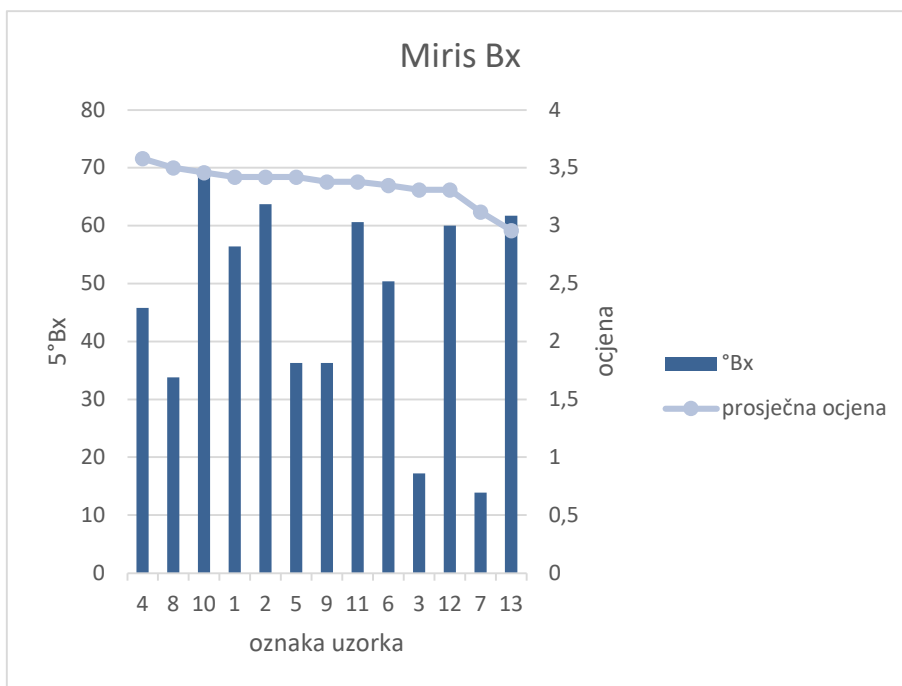
Grafikon 6. Ocjena boje u odnosu na izmjerenu količinu šećera

U grafikonu 6. prikazan je odnos ocjene boje u odnosu na izmjerenu količinu šećera. Iako su uzorci s više šećera dobili bolje ocjene za boju, količina šećera nije utjecala na ocjenu boje.

4.2.2. Miris

Ocjene za miris su za sve uzorke bile uglavnom ujednačene. Samo uzorak 13 ima devijaciju >1 i to 1,06. Najbolje je ocjenjen uzorak 4 s prosječnom ocjenom 3,57, a najlošije uzorak 13 s prosječnom ocjenom 2,96.

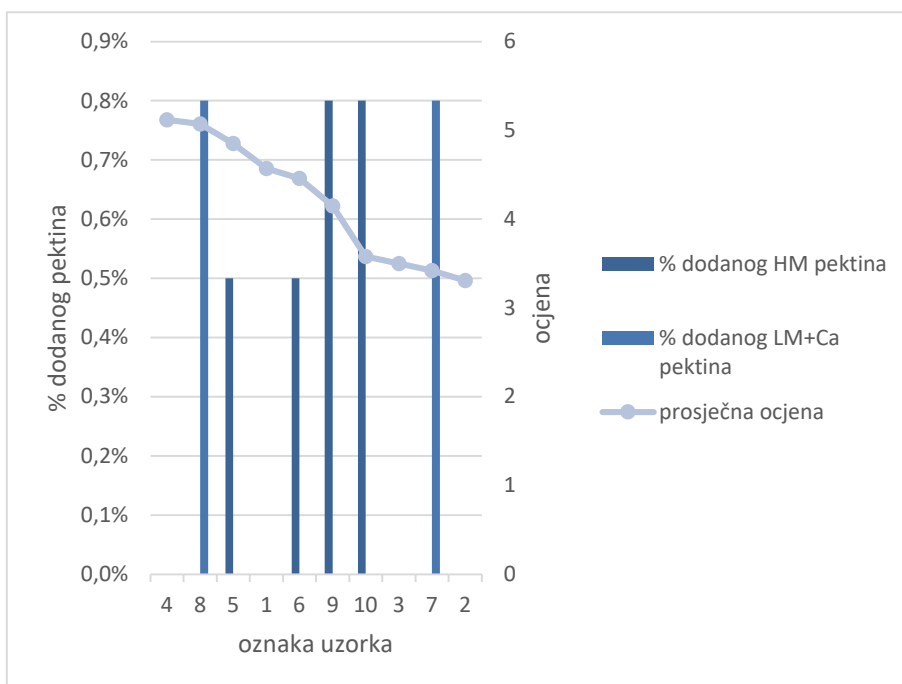
U grafikonu 7 prikazan je odnos ocjene mirisa u odnosu na izmjerenu količinu šećera. Količina šećera nije utjecala na ocjenu mirisa. Isto tako na ocjenu mirisa nije utjecala količina dodanog pektina.



Grafikon 7. Ocjena mirisa u odnosu na izmjerenu količinu šećera

4.2.3. Okus

Ocjene za okus su varirale. Najbolje je ocjenjen uzorak 4 s prosječnom ocjenom 5,12, a najlošije uzorak 2 s prosječnom ocjenom 3,31. Standardna devijacija varira od 1 do 1,6. U okusima je bilo veće odstupanje po uzorcima.



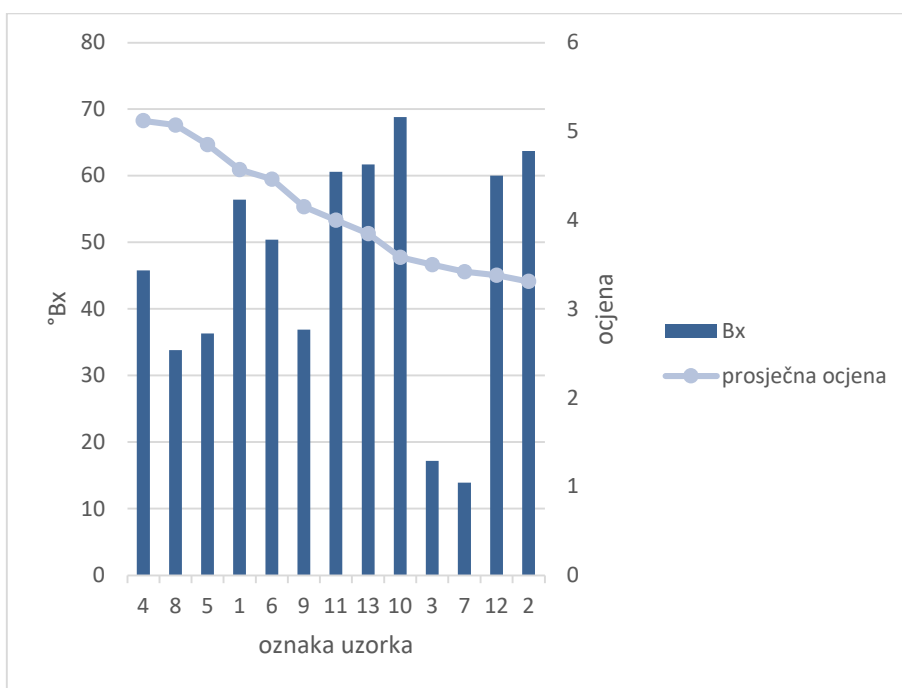
Grafikon 8. Ocjena okusa u odnosu na dodani pektin

U svom istraživanju Guimarães, et al. (2014.) utvrdila je značajnu razliku u ocjeni okusa za proizvode u kojima je bio korišten HM pektin u odnosu na proizvode u kojima je bio korišten LM pektin.

Iz grafikona 8 vidljivo je da dodani pektin, kao ni vrsta dodanog pektina, nije utjecao na okus uzoraka. Uzorci s dodanim LM + Ca pektinom dobili su ocjene 5,07 za uzorak 8 i 3,42 za uzorak 7. Uzorak 8 je među najboljima, a uzorak 7 među najlošijima. Uzorci s dodanim HM pektinom po ocjeni okusa nalaze se između uzoraka bez dodanog pektina i uzoraka s dodanim LM + Ca pektinom tako da možemo zaključiti da ta vrsta pektina ne utječe na okus.

U grafikonu 9 prikazan je odnos ocjene okusa u odnosu na izmjerenu količinu šećera. Tri najbolje ocjenjena uzorka; uzorak 4, 8 i 5 imaju relativno nizak udio šećera i to u rasponu od 33,8 °Bx do 45,8 °Bx. Slabije su ocjenjeni uzorci bez dodanog šećera i uzorci s preko 60 °Bx.

Najbolji uzorci 4, 8 i 5 imali su izmjereni pH 2,8 – 3,1, a radi se o uzorcima koji imaju izraženiju kiselinu i umjerenu količinu šećera.



Grafikon 9. Ocjena okusa u odnosu na izmjerenu količinu šećera

4.2.4. Konzistencija

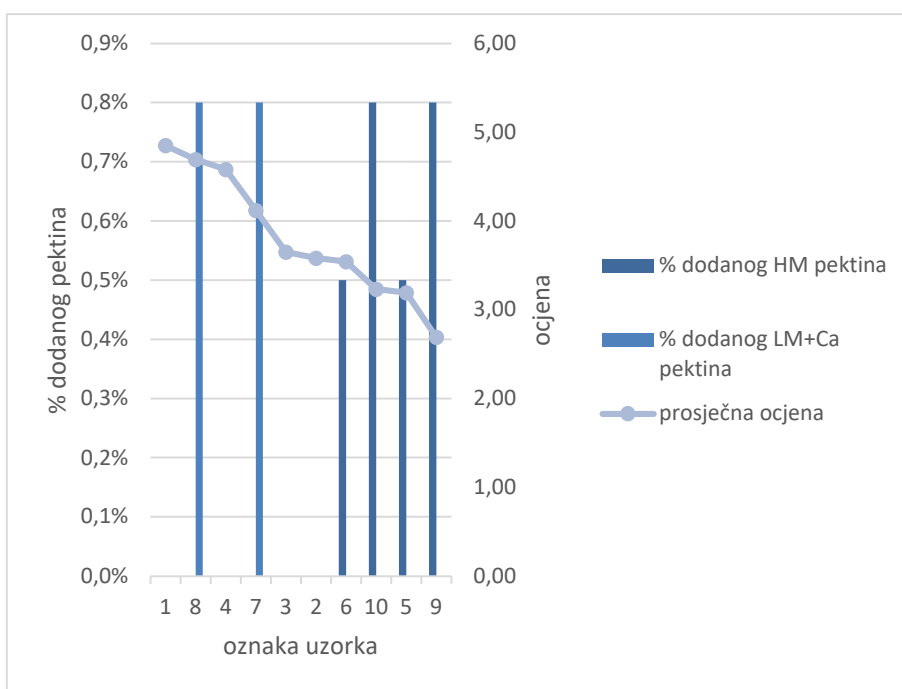
Ocjene za konzistenciju su varirale. Najbolje je ocjenjen uzorak 1 s prosječnom ocjenom 4,85 a najlošije uzorak 9 s prosječnom ocjenom 2,69. Standardna devijacija varira od 1,03 do 1,6.

U grafikonu 10 prikazan je odnos ocjene konzistencije uzoraka i dodanog pektina. Nisu prikazani uzorci 11 – 13 jer za njih nemamo podatke o količini i vrsti dodanog pektina. Korelacija između prosječne ocjene uzorka i količine dodanog pektina iznosi $-0,35$ što znači da je konzistencija uzoraka bez dodanog pektina ocjenjena bolje nego konzistencija uzoraka s dodanim pektinom.

U uzorcima 9 i 10 dodano je više HM pektina, 0,8 % u odnosu na ukupnu količinu voća, nego li u uzorcima 5 i 6 gdje je dodano 0,5 % HM pektina. Rezultat je čvršći gotovi proizvod.

Kod uzorka 5 primjena pektina nije imala očekivane rezultate jer je konzistencija ostala tekuća. Razlozi mogu biti: premalo šećera, previše vode, prekratko kuhanje, premalo pektina, previše kiseline.

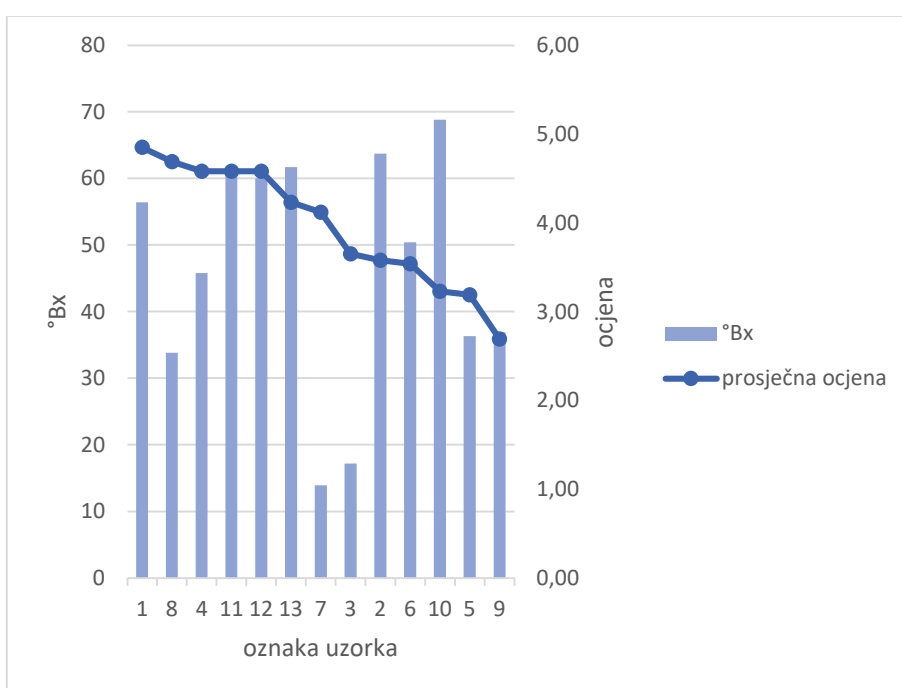
U uzorke 7 i 8 dodan je LM + Ca pektin i imao je pozitivan učinak na konzistenciju proizvoda.



Grafikon 10. Ocjena konzistencije u odnosu na dodani pektin

U svom istraživanju Guimarães, et al. (2014.) utvrdila je da su uzorci u kojima je korišten HM pektin po konzistenciji ocjenjeni bolje od uzoraka a u kojima je korišten LM pektin. To ukazuje na činjenicu da je pri korištenju pektinskih preparata potrebno obratiti pažnju na sastav i specifikaciju proizvoda te upute proizvođača kako bi se zadovoljili uvjeti pod kojima pektinski preparat djeluje. Također je potrebno iskustvo i više pokušaja da bi se dobio željeni učinak.

U grafikonu 11 prikazan je odnos ocjene konzistencije uzoraka u odnosu na izmjerenu količinu šećera. Količina šećera nije utjecala na ocjenu uzoraka.



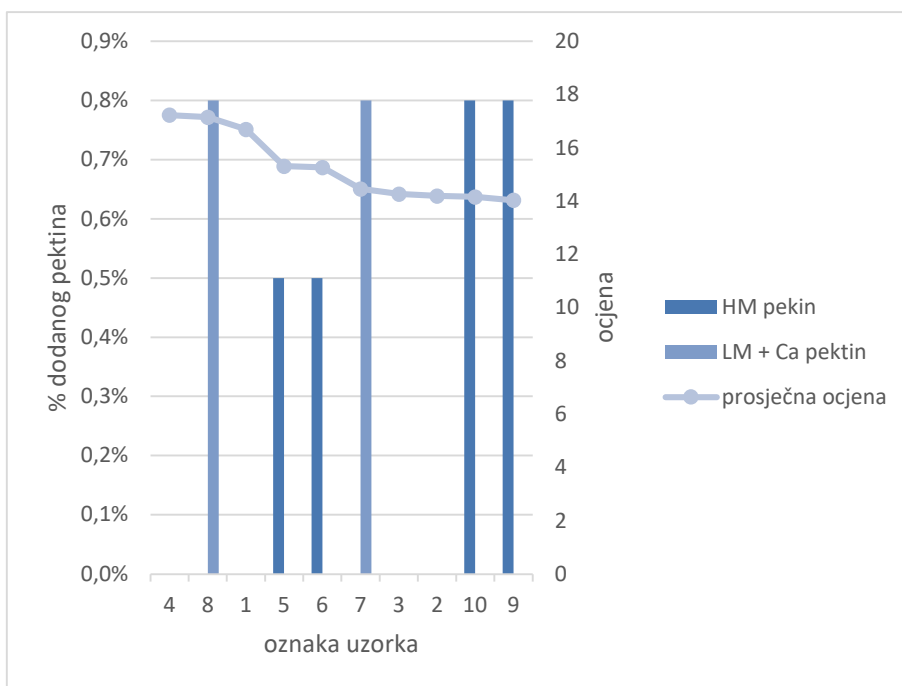
Grafikon 11. Ocjena konzistencije u odnosu na izmjerenu količinu šećera

4.2.5. Ukupna ocjena uzoraka

Najbolje ocjene dobili su uzorci 4 i 8 koji su u svih pet kategorija (boja, miris, okus, konzistencija, ukupno) bili u gornjoj polovini ljestvice. U oba uzorka dodana je ista, količina šećera, 250 g šećera na 1 kg voća. Ti uzorci međusobno su usporedivi. Možemo ih u skladu s Uredbom (EZ) br. 1924/2006 o prehranbenim tvrdnjama nazvati proizvodima sa smanjenim udjelom šećera (Uredba 1924, 2006.).

U uzorak 4 nije dodan pektin, dok je u uzorak 8 dodan pektin. Prema rezultatima vidljivo je da dodavanje LM + Ca pektina nije negativno utjecalo na senzorne karakteristike džema, ali konzistencija uzorka 8 je bila čvršća nego kod uzorka 4. Takva konzistencija je postignuta

kraćim kuhanjem nego kod uzorka 4, a dodavanjem vode se povećao obujam i masa te je iskoristivost bila veća nego kod uzorka u koji nije dodan pektinski pripravak. Ovakav rezultat je sukladan s rezultatima kakve su dobili Guimarães, et al. (2014.) u svom istraživanju.

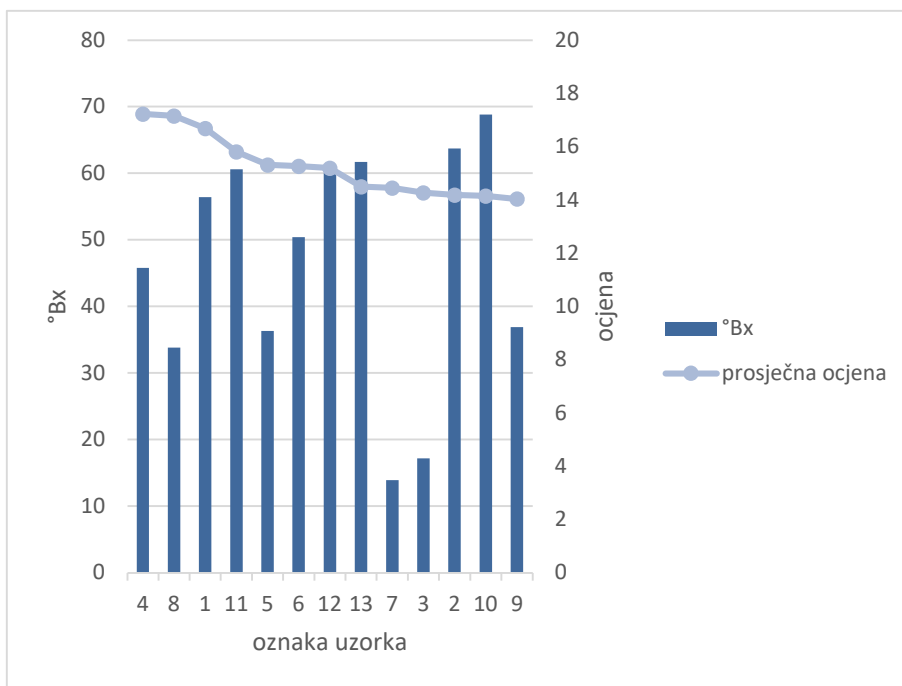


Grafikon 12. Ukupna ocjena u odnosu na dodani pektin

U grafikonu 12. prikazan je odnos ukupno ocjene uzoraka i dodanog pektina. Nisu prikazani uzorci 11 – 13 jer za njih nemamo podatke o količini i vrsti dodanog pektina. Dodavanje pektina nije utjecalo na konačnu ocjenu uzoraka.

U grafikonu 13 prikazan je odnos ukupne ocjene uzoraka u odnosu na izmjerenu količinu šećera. Statistički količina šećera nije utjecala na ocjenu uzoraka.

Uzorak 1 je u gornjoj polovini ljestvice bio u četiri kategorije, a u petoj kategoriji (boja) je bio na sredini. U ukupnom rangju je na trećem mjestu s najmanjom standardnom devijacijom od 1,8 što znači da su ga svi ocjenjivači jednako dobro ocijenili. Taj uzorak pripremljen je bez dodanog pektina. Omjer borovnica i šećera bio je 2:1. S istom količinom šećera, ali s dodanim HM pektinom pripremljen je i uzorak 10 koji je imao bolje ocjene za boju i miris, ali prilično loše ocjene za okus i konzistenciju, ukupno je bio predzadnji po ocjenama. Dodavanje HM pektina nije rezultiralo poboljšanjem proizvoda.



Grafikon 13. Ukupna ocjena u odnosu na izmjerenu količinu šećera

Najlošije ocjene dobili su uzorci 3 i 7 koji su u svih pet kategorija (boja, miris, okus, konzistencija, ukupno) bili u donjoj polovini ljestvice, ali niti u jednoj kategoriji najlošiji. To su uzorci u kojima nema dodanog šećera. Uzorak 3 ima 17,2 °Bx, a uzorak 7 ima 13,9 °Bx. Ovi proizvodi dobili niske ocjene budući da uopće nisu slatki. Uzorak 7 u koji je dodan pektin imao je bolju konzistenciju od uzorka u 3 bez dodanog pektina.

Uzorak 9 je u četiri (4) kategorije bio u donjoj polovini ljestvice. U uzorak 9 dodan je HM pektin koji nije rezultirao odgovarajućom konzistencijom. Uzorci 5, 6, 9 i 10 u koje je dodan isti pektinski pripravak dobili su najlošije ocjene upravo iz karakteristike konzistencija. Bez obzira što su u tim uzorcima različite količine šećera pektinski pripravak nije dao željeni učinak.

Uzorak 13 dobio je loše ocjene iz boje i mirisa. S obzirom da se radi o uzorku koji je bio pred istekom roka trajanja ne možemo isključiti mogućnost da su boja i miris rezultat dugog stajanja.

Prema količini dodanog šećera usporedivi su uzorci 4, 5, 8 i 9 jer je u njih dodano 250 g šećera na 1000 g borovnica. Uzorci 4 i 8 su najbolje ocjenjeni uzorci. U uzorak 4 nije dodan pektinski pripravak, u uzorak 8 je dodan LM + Ca pektin, a u uzorke 5 i 9, koji su među lošije ocjenjenim uzorcima, dodan je HM pektin. U uzorku 5 nije postignut odgovarajući stupanj želiranja.

U uzorke 1 i 6 dodano je na 1000 g borovnica 500 g šećera (omjer 2:1). Uzorak 1 bez dodanog pektina je među najbolje ocijenjenim uzorcima, pogotovo iz okusa i konzistencije. Uzorku 6, kojem je konzistencija slabo ocijenjena, je kao i uzorku 5 dodan HM pektin kojim nije postignut odgovarajući stupanj želiranja. Uzorak 6 je prema rangu iz svojstva okusa zauzeo peto mjesto što znači da dodani HM pektin nije negativno utjecao na okus.

Uzorci 2, 10 i 13 svim kriterijima zadovoljavaju uvjete iz Pravilnika o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu (Narodne novine 84, 2019.) mogu se nazvati „Ekstra džem od borovnica“. U njih je dodano 750 g šećera na 1000 g voća. Šećeri su u ovoj grupi 61,7°Bx za uzorak 13, 63,7°Bx za uzorak 2 i 68,8°Bx za uzorak 10. Ovi uzorci imaju ujednačeno slabije ocjene, osobito iz kriterija okus. Veća količina dodanog šećera dominira nad voćnim okusom borovnica.

Proizvodi 11 i 12 su kupljeni. Prema mjerenjima vrijednost šećera izmjerena je točno kako je propisano na 60,0 °Bx, odnosno 60,6 °Bx. Točne količine inputa i outputa za ove proizvode možemo samo izračunati i pretpostaviti prema podacima koji se nalaze na deklaraciji proizvoda. Prema izračunu u ove proizvode je dodano 1070 g šećera na 1000 g voća. Za vodu, pektine i limunsku kiselinu ne možemo točno odrediti koliko je dodano. Ocjene za oba proizvoda su dobre i ujednačene. Nema značajnih odstupanja i prema ocjenjivanim karakteristikama nalaze se u sredini.

5. ZAKLJUČAK

Na temelju rezultata koji su dobiveni u okviru ovog istraživanja i rasprave može se zaključiti sljedeće:

Količina šećera je utjecala na ukupnu ocjenu uzoraka.

Džemovi bez dodanog šećera ostvarili su najlošije rezultate. Loše su ocijenjeni po svim kriterijima bez obzira na to da li je dodan pektin ili ne. Ti proizvodi jednostavno nisu dovoljno slatki da bi se mogli koristiti kao džemovi i bili prihvatljivi ukusu potrošača.

Džemovi s najviše šećera ostvarili su loše rezultate jer okus šećera dominira nad voćnim okusom.

Dodavanjem šećera ili dodavanjem vode može se povećati iskorištenje. Povećanjem udjela voća pri proizvodnji džemova smanjuje se udjel dodanog šećera. Smanjenjem dodanog šećera i eventualnim dodavanjem vode u procesu pripreme džemova smanjuje se ukupna količina topljive suhe tvari u konačnom proizvodu.

Uzorci koji su bili najbolji po okusu, pripremljeni su s 250 g ili 500 g šećera na 1000 g voća. Uzorci s manje ili više dodanog šećera nisu bili dobro ocijenjeni.

Najbolje rezultate ostvarili su džemovi s oznakom 4 i 8 sa udjelom šećera u rasponu od 33,8 °Bx do 45,8 °Bx, kiseline 2,8 – 3,1 pH sa udjelom voća većim od 75%.

Dodavanje pektinskih preparata nije utjecalo na kvalitativne karakteristike gotovog proizvoda za parametre boja, miris i okus.

Bolji rezultati za parametar konzistencija postignuti su dodavanjem LM + Ca pektina, u odnosu na HM pektin.

Dodavanjem pektinskih pripravaka skraćuje se vrijeme i povećava se iskorištenje pri pripremi džema.

Borovnice imaju prirodno dovoljno pektina za formiranje zadovoljavajuće konzistencije za džem. Uzorci 4 i 1 bez dodanog pektina su među najbolje ocijenjenim uzorcima.

6. POPIS LITERATURE

1. Europska Komisija, 21.04.2023., COM(2023)0201, Prijedlog Direktive Europskog Parlamenta i Vijeća o izmjeni direktiva 2001/110/EZ, 2001/112/EZ i 2001/113/EZ., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:52023PC0201>, [datum pristupa 01.06.2023.].
2. Direktiva Vijeća 2001/113/EZ, 12.02.2001., <http://data.europa.eu/eli/dir/2001/113/oj>, [datum pristupa 25.05.2023.].
3. Dragović-Uzelac, V. , e. a., 2010., Evaluation of Phenolic Content and Antioxidant Capacity of Blueberry Cultivars (*Vaccinium corymbosum* L.) Grown in Northwest Croatia, *Food technology and biotechnology*, 48(2): 214-221.
4. Ebert, G., 2008., Uzgoj borovnica i brusnica. ITD Gudeamus. Požega, 100.
5. Uredba (EU) br. 1169/2011 Europskog Parlamenta i Vijeća o informiranju potrošača o hrani, 25.10.2011., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/?uri=celex%3A32011R1169>, [datum pristupa 01.06.2023.].
6. Fall Creek Nursery, 2023., fall-creek-collection, <https://www.fallcreeknursery.com/>, [datum pristupa 01.06.2023.].
7. Figuerola, F. E., 2007., Berry jams and jellies, U: *Berry fruit: Value-added Products for Health Promotion*, Zhao, Y. (ur.), CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 367 - 386.
8. Guimarães, D. H. P., Alves, G. L. & Querido, A. F., 2014., Influence of gelling substance on sensory quality blueberry (climax) jelly, *International Journal of Biotechnology and Food Science*, 2(6) : 116-120.
9. Hwang, H., Kim, Y.-J. & Shin, Y., 2020., Assessment of Physicochemical Quality, Antioxidant Content and Activity, and Inhibition of Cholinesterase between Unripe and Ripe Blueberry Fruit, *Foods*, 9(6), 690.
10. Jašić, M., 2007., Tehnologija voća i povrća, Dio 1, Opšte osobine i čuvanje, hemijski sastav i senzorna svojstva, Tehnološki fakultet, Tuzla.
11. Lovrić, T., Piližota, V., 1994., Konzerviranje i prerada voća i povrća, Nakladni zavod Globus, Zagreb.

12. Mendes-Ferreira, A. i dr., 2019., Production of blueberry wine and volatile characterization of young and bottle-aging beverages, *Food Science & Nutrition*,7(2), 617-627.
13. Milivojević, J., Miletić, N., 2021., Borovnica, Unverzitet u Beogradu - Poljoprivredni fakultet, Beograd – Zemun.
14. Milwaukee Electronics, 2023., Milwaukee Electronics EU, <https://milwaukeeinstruments.eu/digital-brix-refractometer>, [datum pristupa 22.05.2023.].
15. Pravilnik o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu. Narodne novine 84, 2019., https://narodne-novine.nn.hr/clanci/sluzbeni/2019_09_84_1726.html, [datum pristupa 22.05.2023.].
16. Oblak, M., 1996., Ameriške borovnice: razvoj rastline in gojenje, Kmečki glas, Ljubljana.
17. Obradović, V., 2011., Tehnologija konzerviranja i prerade voća i povrća - interna skripta, Veleučilište u Požegi, Požega.
18. Prvulovic, D. e. a., 2021., Chemical composition and antioxidant properties of blueberry fruits and jam, *Agriculture & Food*, 9 : 78 – 85.
19. Retamales, J. B., Hancock, J. F., 2018., *Blueberries 2nd Edition*, CABI, Boston(MA), 392.
20. Salunkhe, D., Kadam, S., 1995., *Handbook of Fruit Science and technology: production, composition, storage, and processing*, CRC Press.
21. Sánchez-Moreno, C., Cao, G., Ou, B. & Prior, R. R., 2003., Anthocyanin and proanthocyanidin content in selected white and red wines. Oxygen radical absorbance capacity comparison with nontraditional wines obtained from highbush blueberry, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(17) : 4889 – 4896.
22. Sosa, 2023., SOSA INGREDIENTS, SLU, <https://www.sosa.cat/en-ww/products/food-service/textures/>, [datum pristupa 12.06.2023.].
23. Technomic®, 2020., U.S. Highbush Blueberry Council, <https://ushbc.blueberry.org/wp-content/uploads/sites/5/2021/03/USHBC-18650-Volumetric-Report-Final-3-19-2020.pdf>, [datum pristupa 25.05.2023.].

24. U.S. Highbush Blueberry Council, 2023., Blueberry formats, <https://foodprofessionals.blueberry.org/blueberry-formats/>, [datum pristupa 01.06.2023.].
25. U.S. Highbush Blueberry Council, 2023., History of blueberries. <https://blueberry.org/about-blueberries/history-of-blueberries/>, [datum pristupa 12.05.2023.].
26. Uredba (EU) 1924/2006 Europskog Parlamenta i Vijeća o o prehrambenim i zdravstvenim tvrdnjama koje se navode na hrani, 20.12.2006., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:02006R1924-2014121>, [datum pristupa 01.06.2023.].
27. USDA, Agricultural Research Service, 2022., Food Data Central, <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/2346411/nutrients>, [datum pristupa 01.06.2023.].
28. USDA, Agricultural Research Service, 2021., Blueberries Around the Globe - Past, Present, and Future, <https://www.fas.usda.gov/> [datum pristupa 25.05.2023.].
29. Wikipedia, 2023., Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Pectin>, [datum pristupa 06.01.2023].
30. Zakonjšek, P., 1965., Praktična kuharica, Znanje, Zagreb.
31. Zhao, Y., 2007., Freezing process of berries. U: Berry fruit: Value-added products for Health Promotion, Zhao, Y. (ur.) CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 291-311.

7. PRILOZI

7.1. Popis grafikona

Grafikon 1. Proizvodnja borovnica u svijetu po zemljama i po geografskom položaju

Grafikon 2. Potrošnja borovnica u SAD-u prema kategorijama u 2019. godini u milionima

Grafikon 3. Topiva suha tvar u °Bx – rezultati mjerenja uzoraka u odnosu na propisanu granicu

Grafikon 4. Postotak voća u gotovom proizvodu

Grafikon 5. Ocjena boje u odnosu na izmjereni pH

Grafikon 6. Ocjena boje u odnosu na izmjerenu količinu šećera

Grafikon 7. Ocjena mirisa u odnosu na izmjerenu količinu šećera

Grafikon 8. Ocjena okusa u odnosu na dodani pektin

Grafikon 9. Ocjena okusa u odnosu na izmjerenu količinu šećera

Grafikon 10. Ocjena konzistencije u odnosu na dodani pektin

Grafikon 11. Ocjena konzistencije u odnosu na izmjerenu količinu šećera

Grafikon 12. Ukupna ocjena u odnosu na dodani pektin

Grafikon 13. Ukupna ocjena u odnosu na izmjerenu količinu šećera

7.2. Popis tablica

Tablica 1. Kemijski sastav svježih borovnica

Tablica 2. Preporučeni standard kvalitete ploda borovnice

Tablica 3. Priprema uzoraka – ulazne i izlazne količine

Tablica 4. Kriteriji ocjenjivanja džemova

Tablica 5. Izmjereni pH ukonačnom proizvodu

7.3. Popis slika

Slika 1. Prikaz viskoesterificiranog, niskoesterificiranog i amidiranog pektina

Slika 2. Mjerenje količine šećera refraktometrom

Slika 3. Mjerenje pH vrijednosti pH-metrom