DR.SC.-10 IZVJEŠTAJ O OCJENJIVANJU DOKTORSKOG RADA[1]			
OPĆI PODACI I KONTAKT DOKTORANDA/DOKTORANDICE:			
Titula, ime i prezime doktoranda/doktorandice:		Anica Bebek Markovinović, mag. ing. techn. aliment.	
Nositelj studija:		Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet	
Naziv studija:		Biotehnologija i bioprocesno inženjerstvo, prehrambena tehnologija i nutricionizam	
Matični broj doktoranda/doktorandice:		425/PT	
Naslov doktorskog rada:	*Jezik pisanja rada*	Engleski	
	Hrvatski:	Primjena tehnologije preprekama i 3D ispisa u razvoju funkcionalne hrane na bazi jagode	
	Engleski:	Application of hurdle technology and 3D printing in the development of strawberry-based functional food	
Područje/polje/grana (ako se doktorski studij izvodi u grani)**:**		Biotehničke znanosti / Prehrambena tehnologija / Inženjerstvo	
MENTOR(I)			
		Titula, ime i prezime:	**Ustanova, država:**
Prvi mentor:		izv. prof. dr. sc. Danijela Bursać Kovačević	Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Hrvatska
Drugi mentor:		/	/
Izabrano povjerenstvo za ocjenu doktorskog rada		**Titula, ime i prezime:**	**Ustanova, država:**
		1.izv. prof. dr. sc. Tomislav Bosiljkov	Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Hrvatska
		2.prof. dr. sc. Ksenija Durgo	Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Hrvatska
		3.doc. dr. sc. Predrag Putnik	Sveučilište Sjever, Hrvatska
		4.	
		5.	
OCJENA DOKTORSKOG RADA (ocjena mora sadržavati izvorni znanstveni doprinos i novo otkriće)			

[1] Molimo Vas da ispunjeni obrazac DR.SC.-10 pošaljete u elektroničkom i tiskanom obliku, potpisano, u nadležnu referadu.

Disertacija Anice Bebek Markovinović, mag. ing. techn. aliment. izrađena je u Laboratoriju za kemiju i tehnologiju voća i povrća na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, pod mentorstvom izv. prof. dr. sc. Danijele Bursać Kovačević.

Doktorski rad pisan je prema "skandinavskom modelu" i temelji se na 10 objavljenih znanstvenih radova. Disertacija ukupno sadrži 275 stranica, 8 tablica, 163 literaturna navoda, temeljnu dokumentacijsku karticu na hrvatskom i engleskom jeziku, prošireni sažetak na hrvatskom i engleskom jeziku te životopis pristupnice i mentorice. Podijeljena je na sljedeća poglavlja: uvod, teorijski dio, rasprava, zaključci i perspektive te literatura, sa priloženim objavljenim znanstvenim radovima kao zasebnim cjelinama. Radovi na kojima se temelji disertacija objavljeni su u časopisima Current Opinion in Food Science, Horticulturae, Foods, Molecules, Antioxidants i Food Chemistry, pri čemu je pristupnica na 9 od 10 priloženih radova prvi autor.

Uvod

U uvodnom dijelu opisan je porast trenda konzumacije voća i povrća zbog povezanosti sa zdravim načinom života, a time i funkcionalne hrane s ciljem prevencije kroničnih bolesti. Tako raste interes prehrambenih industrija za proizvodnjom funkcionalne hrane na bazi voća, a naročito voćnih sokova, obzirom da oni mogu adekvatno zadovoljiti dnevne potrebe za nutrijentima. Posebno se ističe potencijal jagode (Fragaria x ananassa Duch.) za preradu u funkcionalne voćne sokove zbog visokog udjela polifenolnih spojeva za koje su dokazana brojna fiziološka djelovanja. Voćni sokovi se konzerviraju toplinskim postupcima, kako bi im se produžio rok trajnosti, no ovi postupci mogu negativno utjecati na bioaktivne spojeve te posljedično smanjiti biološku vrijednost proizvoda. Stoga se ističe važnost ispitivanja novih netoplinskih tehnologija poput pulsirajućeg električnog polja, ultrazvuka visoke snage, visokog hidrostatskog tlaka i drugih u osiguravanju zdravstvene ispravnosti proizvoda tijekom skladištenja s očuvanom biološkom vrijednošću. Poseban naglasak stavljen je na ispitivanje koncepta tzv. tehnologije preprekama gdje se primjenjuje kombinacija više netoplinskih i/ili toplinskih tehnologija u određenom redoslijedu pri blažim uvjetima obrade, nego kad bi se primijenile zasebno, a kako bi se očuvala izvorna kvaliteta proizvoda i produžio rok trajanja. Ukratko su opisani principi primjene održivih netoplinskih tehnologija pulsirajućeg električnog polja i ultrazvuka visoke snage, kao i principi primjene tehnologije 3D ispisa u kreiranju funkcionalnih proizvoda na bazi voća. U zadnjem dijelu, jasno su izneseni ciljevi istraživanja doktorskog rada s naglaskom na optimizaciju procesnih parametara tehnologije preprekama koja kombinira tehnologije pulsirajućeg električnog polja i ultrazvuka visoke snage u obradi soka od jagode, te optimizaciji procesnih parametara 3D ispisa u proizvodnji funkcionalnih 3D proizvoda na bazi jagode uz dodatak maginje (Arbutus unedo L.).

Teorijski dio

U teorijskom dijelu doktorskog rada podrobnije je opisan značaj jagode kao voćne vrste za preradu u funkcionalne voćne sokove. Detaljnije su potom opisane tehnologije pulsirajućeg električnog polja i ultrazvuka visoke snage, te njihov značaj i perspektiva u primjeni koncepta tehnologije preprekama. Nadalje, dan je pregled i značaj tehnologije 3D ispisa u proizvodnji hrane, načinima 3D ispisa i uvjetima koje mora zadovoljavati sirovina kako bi se mogla ispisati. U sklopu ovog poglavlja, a s ciljem pružanja detaljnijih informacija o mogućnosti 3D ispisa u proizvodnji 3D funkcionalnih proizvoda na bazi voća priložen je pregledni znanstveni rad (Publikacija br.1: Tomašević, I., Putnik, P., Valjak, F., Pavlić, B., Šojić, B., Bebek Markovinović, A., Bursać Kovačević, D. (2021) 3D printing as novel tool for fruit-based functional food production. Current Opinion in Food Science, 41, 138–145. doi: 10.1016/j.cofs.2021.03.015), gdje je pristupnica ujedno i jedan od koautora ovog rada. Obzirom da je za 3D ispis proizvoda na bazi voća zbog fizikalno-kemijskog sastava neophodan dodatak zgušnjivača, u idućem potpoglavlju teorijskog dijela opisani su plodovi Arbutus unedo L., odnosno značaj maginje i njezinog potencijala za primjenu u proizvodnji funkcionalne hrane. U okviru ovog

potpoglavlja, a s ciljem pružanja konciznijih informacija o plodovima i listovima Arbutus unedo L. i njihovom potencijalu u proizvodnji funkcionalne hrane, priložen je pregledni znanstveni rad (Publikacija br. 2.:Bebek Markovinović, A., Brčić Karačonji, I., Jurica, K., Lasić, D., Skendrović Babojelić, M., Duralija, B., Šic Žlabur, J., Putnik, P., Bursać Kovačević, D. (2022) Strawberry Tree Fruits and Leaves (Arbutus unedo L.) as Raw Material for Sustainable Functional Food Processing: A Review. Horticulturae, 8, 881. doi: 10.3390/horticulturae8100881), gdje je pristupnica prvi autor. Na kraju teorijskog dijela, jasno su iznesene hipoteze, ciljevi, pitanja na koja ova disertacija daje odgovore, te postignuća i znanstveni doprinos.

Preostali radovi na kojima se temelji ova disertacija priloženi su kao zasebna poglavlja, sustavno povezana, a svi primijenjeni materijali i metode, kao i rezultati, diskusija i zaključci jasno su prikazani u svakome radu.

Publikacija br. 3:

Bebek Markovinović, A., Putnik, P., Duralija, B., Krivohlavek, A., Ivešić, M., Mandić Andačić, I., Palac Bešlić, I., Pavlić, B., Manuel Lorenzo, J., Bursać Kovačević, D. (2022) Chemometric Valorization of Strawberry (Fragaria x ananassa Duch.) cv. 'Albion' for the Production of Functional Juice: The Impact of Physicochemical, Toxicological, Sensory, and Bioactive Value. Foods, 11 (5), 640. doi: 10.3390/foods11050640.

Cilj ovog rada bio je ispitati potencijal jagode (Fragaria x ananassa Duch. cv. 'Albion') ubrane u dvije faze zrelosti (75 % i 100 % zreli plodovi) za preradu u sokove te ispitati fizikalno-kemijska, senzorska, toksikološka i biološka svojstva u sirovini i proizvedenim sokovima te nusproizvodima zaostalim nakon proizvodnje sokova. Rezultati su pokazali kako zrelost i skladištenje (4 °C/3 dana) značajno utječu na kvalitetu svježih jagoda namijenjenih preradi, te da ovi čimbenici moraju biti pažljivo kontrolirani kako bi se proizveo visokokvalitetan, funkcionalan sok od jagode. Nadalje, jagode i njihovi sokovi se mogu smatrati sigurnim za konzumaciju. Svježe jagode oba stupnja zrelosti ocijenjene su slično kao i odgovarajući sokovi za sva analizirana senzorska svojstva, što ukazuje da prerada nije značajno narušila senzorsku kvalitetu. U usporedbi sa svježim jagodama, i sokovima od jagode, nusproizvod se pokazao kao proizvod koji ima najviši biološki potencijal. S obzirom na sve proučavane parametre kvalitete, kemometrijska analiza potvrdila je prikladnost jagoda i nižeg stupnja zrelosti za preradu u funkcionalni sok.

Publikacija br. 4:

Bebek Markovinović, A., Putnik, P., Stulić, V., Batur, L., Duralija, B., Pavlić, B., Vukušić Pavičić, T., Herceg, Z., Bursać Kovačević, D. (2022) The Application and Optimization of HIPEF Technology in the Processing of Juice from Strawberries Harvested at Two Stages of Ripeness. Foods, 11, 1997. doi: 10.3390/foods11141997.

Cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj tehnologije pulsirajućeg električnog polja visokog intenziteta (HIPEF; 40 i 50 kV cm-1, 100 i 200 Hz, 3 i 6 minuta) na stabilnost ukupnih fenola, antocijana, hidroksicimetnih kiselina, flavonola i kondenziranih tanina u sokovima od jagoda (Fragaria x ananassa Duch. cv. 'Albion') proizvedenih od plodova različitog stupnja zrelosti (75 % i 100 %) i skladištenim na 4 °C tijekom 7 dana. Rezultati su pokazali kako jakost i frekvencija električnog polja statistički značajno utječu na sadržaj svih fenolnih spojeva. Vrijeme tretmana nije imalo statistički značajan učinak na fenolne spojeve izuzev flavonola i kondenziranih tanina. Skladištenje je povoljno utjecalo na stabilnost većine fenolnih spojeva, s izuzetkom flavonola. Optimizacija HIPEF parametara pokazala je da su uzorci jagoda oba stupnja zrelosti prikladni za HIPEF tretman s ciljem proizvodnje funkcionalnih voćnih sokova s visokim udjelom polifenola.

Publikacija br. 5:

Bebek Markovinović, A., Putnik, P., Bičanić, P., Brdar, D., Duralija, B., Pavlić, B., Milošević, S., Rochetti, G., Lucini, L., Bursać Kovačević, D. (2022) A Chemometric Investigation on the Functional Potential in High Power Ultrasound (HPU) Processed Strawberry Juice Made from Fruits Harvested at two Stages of Ripeness. Molecules, 28 (1), 138. doi: 10.3390/molecules28010138.

Cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj tehnologije ultrazvuka velike snage (HPU; amplituda: 25, 50, 75 i 100 %; puls: 50 i 100 %; vrijeme tretmana: 5 i 10 minuta) na stabilnost bioaktivnih spojeva u sokovima od jagoda dobivenih iz voća različitog stupnja zrelosti (75 % naspram 100 %) i skladištenima na 4 °C tijekom 7 dana. Amplituda i puls značajno su utjecali na sadržaj gotovo svih bioaktivnih spojeva osim flavonola i hidroksicimetnih kiselina. Trajanje tretmana od 5 min u odnosu na 10 min imalo je statistički značajan pozitivan utjecaj na sadržaj antocijana, flavonola i kondenziranih tanina, dok je za ukupne fenole uočeno suprotno, a za hidroksicimetne kiseline nije primijećen statistički značajan učinak. Temperaturne promjene tijekom HPU tretmana pozitivno su korelirale s gotovo svim parametrima HPU tretmana. Zaključno, kombinacijom plodova jagode određene zrelosti uz optimalne HPU procesne parametre moguće je proizvesti sokove s visoko očuvanim bioaktivnim svojstvima.

Publikacija br. 6:

Bebek Markovinović, A., Stulić, V., Putnik, P., Birkić, A., Jambrović, M., Šaško, D., Ljubičić, J., Pavlić, B., Herceg, Z., Bursać Kovačević, D. (2023) Pulsed Electric Field (PEF) and High-Power Ultrasound (HPU) in the Hurdle Concept for the Preservation of Antioxidant Bioactive Compounds of Strawberry Juice—A Chemometric Evaluation—Part I. Foods, 12 (17), 3172. doi: 10.3390/foods12173172.

Cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj kombinacije tehnologija pulsirajućeg električnog polja (PEF; 30 kV cm-1, 100 Hz, vrijeme tretmana: 1.5, 3, 4.5 min) i ultrazvuka visoke snage (HPU; amplituda: 25 %, puls: 50 %, vrijeme tretmana: 2.5, 5.0 i 7.5 min) u konceptu tehnologije preprekama na sadržaj bioaktivnih spojeva i antioksidacijski kapacitet u sokovima od jagoda skladištenim 7 dana na 4 °C. Rezultati su pokazali da su ukupni fenoli i hidroksicimetne kiseline bili najstabilniji bioaktivni spojevi tijekom PEF + HPU tretmana bez obzira na trajanje oba tretmana, dok su flavonoli i kondenzirani tanini pokazali značajnu ovisnost s obzirom na trajanje oba tretmana. Zaključno, kraće vrijeme kombinacije PEF + HPU tretmana rezultiralo je boljom stabilnošću bioaktivnih spojeva i većom antioksidacijskom aktivnošću.

Publikacija br. 7:

Bebek Markovinović, A., Stulić, V., Putnik, P., Bekavac, N., Pavlić, B., Milošević, S., Velebit, B., Herceg, Z., Bursać Kovačević, D. (2024) High-Power Ultrasound (HPU) and Pulsed Electric Field (PEF) in the Hurdle Concept for the Preservation of Antioxidant Bioactive Compounds in Strawberry Juice—A Chemometric Evaluation—Part II. Foods, 13 (4), 537. doi: 10.3390/foods13040537.

Cilj ovog rada bio je istražiti utjecaj kombinacije tehnologija ultrazvuka visoke snage (HPU; ampituda: 25 %, puls: 50 %, vrijeme tretmana: 2.5, 5.0 i 7.5 min) i pulsirajućeg električnog polja (PEF; 30 kV cm-1, 100 Hz, vrijeme tretmana: 1.5. 3, 4.5 min) u konceptu tehnologije preprekama na sadržaj bioaktivnih spojeva i antioksidacijski kapacitet u sokovima od jagoda skladištenim 7 dana na 4 °C. Rezultati ovog rada pokazali su da sokovi tretirani s HPU + PEF tehnologijom i skladišteni 7 dana na 4 °C bilježe statistički značajno smanjenje svih bioaktivnih spojeva i antioksidacijskog kapaciteta u odnosu na kontrolne (netretirane) uzorke. Kraće vrijeme tretmana HPU + PEF pogodovalo je većoj stabilnosti bioaktivnih spojeva u sokovima. Optimizacija procesnih parametara HPU + PEF tehnologije ukazala je da kraći HPU tretman (2.5 min) rezultira najboljim prinosom ukupnih fenola, flavonola, kondenziranih tanina i antioksidacijskog kapaciteta.

Publikacija br. 8:

Bebek Markovinović, A., Putnik, P., Bosiljkov, T., Kostelac, D., Frece, J., Markov, K., Žigolić, A., Kaurinović, J., Pavlić, B., Duralija, B., Zavadlav, S., Bursać Kovačević, D. (2023) 3D Printing of Functional Strawberry Snacks: Food Design, Texture, Antioxidant Bioactive Compounds, and Microbial Stability. Antioxidants, 12 (2), 436. doi: 10.3390/antiox12020436.

Cilj ovog rada bio je tehnologijom 3D ispisa ispisati 3D funkcionalne proizvode na bazi jagode uz dodatak škrobnog nosača

(pšeničnog i kukuruznog) u različitim udjelima (10 %, 15 % i 20 %) primjenom dva 3D ispisna programa (Program 1 i Program 2) te ispitati utjecaj procesnih parametara (vrsta i udjel škrobnog nosača te vrsta ispisnog programa) na fizikalno-kemijska i teksturna svojstva, kao i na bioaktivni i antiokisdacijski potencijal te mikrobiološku stabilnost proizvoda s i bez dodatka prirodnih antimikrobnih agenasa (citral i vanilin). Rezultati su pokazali da je vrsta škroba imala značajan utjecaj na sve ispitivane bioaktivne spojeve, kao i sadržaj škroba, osim na sadržaj ukupnih fenolnih spojeva i hidroksicimetnih kiselina. S obzirom na sadržaj bioaktivnih spojeva i antioksidacijski kapacitet, program 2 pokazao se prikladnijim od programa 1. Svi uzorci pokazali su dobra teksturna svojstva, visok stupanj stabilnosti i minimalna geometrijska odstupanja. Što se tiče mikrobiološke sigurnosti, u 3D ispisanim proizvodima nisu pronađene patogene bakterije tijekom skladištenja od 10 dana na 4 °C. 3D ispisani uzorak s dodatkom citrala u koncentraciji od 75 mg L-1 pokazao je najbolju mikrobiološku kvalitetu.

Publikacija br. 9:

Bebek Markovinović, A., Brdar, D., Putnik, P., Bosiljkov, T., Durgo, K., Huđek Turković, A., Brčić Karačonji, I., Jurica, K., Pavlić, B., Granato, D., Bursać Kovačević, D. (2024) Strawberry tree fruits (Arbutus unedo L.): Bioactive composition, cellular antioxidant activity, and 3D printing of functional foods. Food Chemistry, 433, 137287. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.137287.

Cilj ovog rada bio je tehnologijom 3D ispisa ispisati 3D funkcionalne proizvode na bazi maginje (Arbutus unedo L.) s dodatkom škrobnog nosača (pšeničnog i kukuruznog) u različitim udjelima (4 %, 6 % i 8 %) primjenom dva 3D ispisna programa (Program 1 i Program 2) te ispitati utjecaj procesnih parametara (vrsta i udjel škrobnog nosača i tip ispisnog programa) na fizikalno-kemijska i teksturna svojstva te na biokativni i antioksidacijski potencijal. Rezultati su pokazali da vrsta i udjel škrobnog nosača, kao i ispisni program, značajno utječu na fizikalno-kemijske parametre, bioaktivni sastav i antioksidacijski potencijal 3D ispisanog proizvoda na bazi maginje. Na reološka svojstva proizvoda (teksturna svojstva, raspodjela veličine čestica) također su utjecali procesni parametri. Najbolji prinosi bioaktivnih spojeva postignuti su u uzorcima sa sadržajem škroba od 4 % i 6 %, ovisno o skupini bioaktivnih spojeva.

Publikacija br. 10:

Bebek Markovinović, A., Bosiljkov, T., Janči, T., Kostić, M., Dedović, N., Lučić, E., Bavrka, K., Pavlić, B., Bursać Kovačević, D. (2024) Characterization of Antioxidant Bioactive Compounds and Rheological, Color and Sensory Properties in 3D-Printed Fruit Snacks. Foods, 13, 1623. doi: 10.3390/foods13111623.

Cilj ovog rada bio je tehnologijom 3D ispisa ispisati 3D funkcionalne proizvode na bazi jagode i maginje s dodatkom pšeničnog škrobnog nosača u udjelima od 6 %, 8 % i 10 % primjenom dva 3D ispisna programa (Program 1 i Program 2), te ispitati njihov utjecaj na sadržaj bioaktivnih spojeva, antioksidacijski kapacitet, parametre boje, reološka i senzorska svojstva. Rezultati su pokazali da se s povećanjem udjela škroba smanjuje udjel gotovo svih bioaktivnih spojeva, bez utjecaja na antioksidacijski kapacitet. Vrsta 3D ispisnog programa nije značajno utjecala na sadržaj bioaktivnih spojeva (izuzev hidroksicimetnih kiselina), antioksidacijski kapacitet i parametre boje. Veći sadržaj škroba nije imao utjecaj na teksturna svojstva, ali je imao na parametre raspodjele veličine čestica. 3D ispisani proizvod s najvišim bioaktivnim potencijalom korišten je za senzorsko ocjenjivanje uz ispitivanje utjecaja osam različitih zaslađivača u dvije različite koncentracije, kako bi se ispitala prihvatljivost ovakvih proizvoda, sukladno razvoju personalizirane prehrane. Rezultati su indikativno naznačili da su jedino varijacije u sadržaju zaslađivača utjecale na senzorske atribute slatkoće i harmoničnosti okusa.

Opća rasprava

Opća rasprava je podijeljena na tri djela: (I) ispitivanje kvalitete plodova jagode i utjecaj prerade na kvalitetu njihovih sokova, (II) utjecaj netoplinskih tehnologija pulsirajućeg električnog polja i ultrazvuka visoke snage na kvalitetu sokova od jagoda, (III) utjecaj

tehnologije 3D ispisa na kvalitetu funkcionalne hrane na bazi jagode. Kroz navedena poglavlja objedinjeni su najvažniji rezultati publiciranih znanstveno-istraživačkih radova kao i tablično prikazanih neobjavljenih rezultata te svi zajedno argumentirano objedinjeni u smislenu cjelinu.

Zaključci i perspektive:

U ovom poglavlju sažeto su prikazani najvažniji zaključci provedenih istraživanja. Zaključeno je kako su plodovi jagoda obiju zrelosti (75 % i 100 %) prikladni za proizvodnju funkcionalnih voćnih sokova te kako se kvaliteta proizvedenih sokova značajno razlikuje od kvalitete nusproizvoda. Također, zaključeno je kako procesni parametri pulsirajućeg električnog polja (PEF) i ultrazvuka visoke snage (HPU) značajno utječu na stabilnost većine ispitivanih bioaktivnih spojeva u sokovima od jagode. Na temelju optimizacije rezultata pojedinačno primijenjenih netoplinskih tehnologija, odabrani su optimalni procesni parametri te je provedena tehnologija preprekama u kombinaciji PEF + HPU i HPU + PEF. Zaključeno je kako u PEF + HPU kombinaciji tretmana kraće vrijeme PEF tretmana i dulje vrijeme HPU tretmana rezultira većom stabilnošću bioaktivnih spojeva i višim antioksidacijskim kapacitetima u sokovima od jagode. Optimizacija procesnih parametara HPU + PEF tretmana pokazala je da kraća vremena obaju tehnologija doprinose većoj očuvanosti bioaktivnih spojeva u sokovima od jagoda. U posljednjem dijelu istraživanja, na temelju optimizacije procesnih parametara 3D ispisa u kreiranju 3D funkcionalnog proizvoda od jagode, te zasebno od maginje, zaključeno je kako sadržaj pšeničnog škroba značajno utječe na prinos bioaktivnih spojeva i očuvanje antioksidacijskog kapaciteta u 3D ispisanim proizvodima na bazi jagode i maginje. Nadalje, najveći prinos bioaktivnih spojeva u 3D ispisanom funkcionalnom proizvodu od jagode i maginje postignut je uz 6 % dodatak pšeničnog škroba. Teksturne analize pokazale su da su svi 3D ispisani proizvodi pokazali dobra teksturna svojstva, visok stupanj stabilnosti i minimalna geometrijska odstupanja. Na kraju ovog poglavlja istaknut je značajan znanstveni doprinos rezultata ove disertacije u pogledu boljeg razumijevanja utjecaja netoplinskih tehnologija (PEF i HPU) u konceptu tehnologije preprekama, kao i razumijevanje utjecaja aditivne tehnologije 3D ispisa na kvalitetu i stabilnost 3D funkcionalnog proizvoda na bazi jagode i maginje.

Literatura:

Literatura korištena u izradi ove disertacije odnosi se na područja istraživanja ovog rada i uključuje najnovija saznanja iz ovog područja.

Zaključno, doktorski rad potvrđuje postavljene hipoteze te jasno i argumentirano opravdava i potkrepljuje ciljeve istraživanja.

Mišljenje i prijedlog:

Na temelju iznesenog, povjerenstvo smatra da je disertacija pristupnice Anice Bebek Markovinović, mag. ing. techn. aliment. izrađena prema postavljenim hipotezama, ciljevima i obrazloženju prijavljene teme. Pristupnica je rezultate iznijela sustavno i jasno, te na temelju rasprave donijela logične zaključke. Provedeno istraživanje donosi nove spoznaje o utjecaju netoplinskih tehnologija pulsirajućeg električnog polja (PEF) i ultrazvuka visoke snage (HPU) primjenjenih pojedinačno i u kombinaciji u tzv. konceptu tehnologije preprekama na fizikalno-kemijska svojstva te na sadržaj bioaktivnih spojeva i antioksidacijsku aktivnost u sokovima od jagoda. Definirani su optimalni procesni parametri za primjenjene netoplinske tehnologije ponaosob, kao i u kombinaciji PEF + HPU, odnosno HPU + PEF o odnosu na prinos bioaktivnih spojeva i antioksidacijsku aktivnost u sokovima od jagoda. Istraživanje je omogućilo bolje razumijevanje utjecaja 3D procesnih parametara ispisa (vrsta i udjel škroba te vrsta 3D ispisnog programa) na sadržaj bioaktivnih spojeva, antioksidacijski kapacitet, parametre boje i reološka svojstva 3D funkcionalnih proizvoda od jagode, maginje, te kombinacije ovih dviju sirovina. I ovdje, definirani su optimalni procesni parametri tehnologije 3D ispisa s ciljem proizvodnje 3D funkcionalnog proizvoda na bazi jagode, maginje te kombinacije ovih dviju sirovina s maksimalnim prinosom bioaktivnih spojeva i antioksidacijskim kapacitetom.

Na temelju svega navedenog, predlažemo Fakultetskom Vijeću Sveučilišta u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta da se doktorski rad Anice Bebek Markovinović, mag. ing. techn. aliment. pod naslovom "Application of hurdle technology and 3D printing in the development of strawberry-based functional food " ("Primjena tehnologije preprekama i 3D ispisa u razvoju funkcionalne hrane na bazi jagode ") prihvati i uputi na daljnji postupak za stjecanje akademskog stupnja doktora znanosti iz znanstvenog područja Biotehničke znanosti, znanstvenog polja Prehrambena tehnologija.

	Titula, ime i prezime, ustanova, država:	Potpis:
Izabrano povjerenstvo za ocjenu doktorskog rada	1. *(predsjednik Povjerenstva)* *izv. prof. dr. sc. Tomislav Bosiljkov, Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Hrvatska*	
	2.prof. dr. sc. Ksenija Durgo, Sveučilište u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Hrvatska	
	3.doc. dr. sc. Predrag Putnik, Sveučilište Sjever, Hrvatska	
	4.	
	5.	
Sjednica nadležnog tijela i točka dnevnog reda u okviru koje je imenovano Povjerenstvo:	11. redovita sjednica Fakultetskog vijeća Sveučilišta u Zagrebu Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta za akad.god.2024./2025. održana 25. rujna 2024. godine (ad 33).	
Napomena (po potrebi):		
U Zagrebu,**10.10.2024.**		**M.P.**