

Potrošačka percepcija aditivne tehnologije 3D ispisa

Mumlek, Bojan

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University North / Sveučilište Sjever**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:122:756112>

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

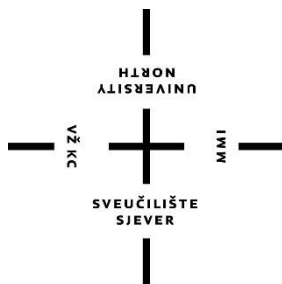
Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-25**



Repository / Repozitorij:

[University North Digital Repository](#)





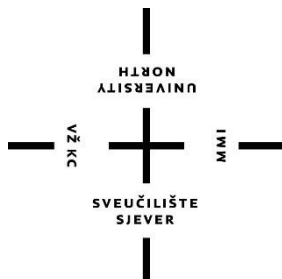
**Sveučilište
Sjever**

Završni rad br.: 67/PREH/2024

**POTROŠAČKA PERCEPCIJA ADITIVNE TEHNOLOGIJE
3D ISPISA**

Bojan Mumlek, 0336053836

Koprivnica, rujan 2024. godine



**Sveučilište
Sjever**

Prehrambena tehnologija

Završni rad br.: 67/PREH/2024

**POTROŠAČKA PERCEPCIJA ADITIVNE TEHNOLOGIJE
3D ISPISA**

Student

Bojan Mumlek, 0336053836

Mentor

Doc. dr. sc. Predrag Putnik,

Koprivnica, rujan 2024. godine

Prijava završnog rada

Definiranje teme završnog rada i povjerenstva

| | | | |
|-------------|--|--------------|--|
| ODJEL | Odjel za prehrambenu tehnologiju | | |
| STUDIJ | preddiplomski stručni studij Prehrambena tehnologija | | |
| PRISTUPNIK | Bojan Mumlek | MATIČNI BROJ | 0336053836 |
| DATUM | 26.8.2024. | KOLEGIJ | Tehnologija proizvoda od voća i povrća |
| NASLOV RADA | POTROŠAČKA PERCEPCIJA ADITIVNE TEHNOLOGIJE 3D ISPISA | | |

NASLOV RADA NA ENGL. JEZIKU CONSUMER PERCEPTION OF ADDITIVE 3D PRINTING TECHNOLOGY

| | | | |
|--------|-----------------------------|--------|--------|
| MENTOR | Doc. dr. sc. Predrag Putnik | ZVANJE | docent |
|--------|-----------------------------|--------|--------|

| | | |
|----------------------|----|---|
| ČLANOVI POVJERENSTVA | 1. | Izv. prof. dr. sc. Danijela Bursać Kovačević (predsjednica) |
| | 2. | Dr. sc. Ana Mulović Trgovac, viši predavač (član) |
| | 3. | Doc.dr.sc. Predrag Putnik (mentor) |
| | 4. | Doc. dr. sc. Dunja Šamac (zamjena) |
| | 5. | |

Zadatak završnog rada

| | |
|------|--------------|
| BROJ | 67/PREH/2024 |
|------|--------------|

Rad je izrađen sa svrhom ispitivanja potrošačke percepcije aditivne tehnologije 3D ispisa za što je provedena anketa napravljena putem Google Forms servisa, u sklopu EU PRIMA Projekta „From Edible sprouts to hEalthy food – FEED“ u kojem sudjeluju partneri iz Italije, Njemačke, Španjolske, Turske, Izraela i Hrvatske s vrijednosti preko 1.3 milijuna eura. U praktičnom dijelu objašnjena je struktura ankete koja se sastoji od tri dijela, zatim su navedene metode analize. Osim toga, u dijelu „Analiza rezultata i rasprava“ detaljno su opisani rezultati provedenog istraživanja. Od 194 ispitanika njih 47% je odgovorio pozitivno na pitanje da su čuli da postoji 3D ispisana hrana. Većina ljudi koji su čuli za 3DP hranu su stalno zaposlene (62%) žene (64%) u dobi od 23-51 godine prosječno sa srednjoškolskim obrazovanjem (35%). U zaključku, informiranost potrošača o aditivnoj tehnologiji 3D ispisa je niska i negativna te zbog toga treba provoditi edukacije potrošača o ovoj korisnoj prehrambenoj tehnologiji.

| | | | |
|----------------|------------|----------------|-----------------------|
| ZADATAK URUČEN | 12.6.2023. | POTPIS MENTORA | <i>Predrag Putnik</i> |
|----------------|------------|----------------|-----------------------|

Sažetak

Rad je izrađen sa svrhom ispitivanja potrošačke percepcije aditivne tehnologije 3D ispisa za što je provedena anketa napravljena putem Google Forms servisa, u sklopu EU Projekta „From Edible sprouts to hEalthy food – FEED“ (Prima Call 2022, Prima Section 2 – Multi Topic 2022, Topic 2.3.1 (RIA) Enabling the transition to healthy and sustainable dietary behaviour) (HORIZON 2020 Programme). U praktičnom dijelu rada objašnjena je struktura ankete koja se sastoji od tri dijela, zatim su navedene metode analize. Osim toga, u dijelu „Analiza rezultata i rasprava“ detaljno su opisani rezultati provedenog istraživanja. Od 194 ispitanika njih 47% je odgovorilo pozitivno na pitanje da su čuli da postoji 3D ispisana hrana. Većina ispitanika koji su čuli za 3D ispisanu hranu su stalno zaposlene (62%) žene (64%) u dobi od 23-51 godine, prosječno sa srednjoškolskim obrazovanjem (35%). U zaključku, informiranost potrošača o aditivnoj tehnologiji 3D ispisa je niska te zbog toga treba provoditi edukacije potrošača o ovoj inovativnoj i perspektivnoj prehrambenoj tehnologiji.

Ključne riječi: 3D ispis, aditivna tehnologija, ispitivanje tržišta, anketa

Summary

The manuscript was created with the purpose of examining consumer perception of additive 3D printing technology, for which a survey was conducted through Google Forms, as part of the EU Project "From Edible sprouts to hEalthy food – FEED" (Prima Call 2022, Prima Section 2 – Multi Topic 2022, Topic 2.3.1 (RIA) Enabling the transition to healthy and sustainable dietary behavior) (HORIZON 2020 Programme). In the practical part of the paper, the structure of the survey was explained, which consists of three parts, then the methods of analysis were listed. In addition, the section "Analysis of results and discussion" describes the results of the conducted research in details. Of the 194 respondents, 47% answered positively when asked had they heard that 3D printed food existed. The majority of respondents who have heard of 3D printed food were full-time employees (62%), women (64%) aged 23-51, with an average of secondary education (35%). In conclusion, consumer awareness of additive 3D printing technology was low, which is why consumer education should be conducted about this innovative and promising food technology.

Keywords: 3D printing, additive technology, market research, survey

Popis korištenih kratica

3D – trodimenzijski

RH – Republika Hrvatska

WPI – izolat proteina sirutke (whey protein isolate)

MPC – koncentrat proteina mlijeka (milk protein concentrate)

Sadržaj

| | |
|---|----|
| 1. Uvod..... | 1 |
| 2. Teorijski dio..... | 2 |
| 2.1. Tehnologija 3D ispisa | 2 |
| 2.2. Metode i vrste 3D ispisa hrane | 3 |
| 2.2.1. Tehnologija selektivnog laserskog sinteriranja..... | 3 |
| 2.2.2. Tehnologija 3D ispisa na bazi ekstruzije | 4 |
| 2.2.3. Tehnologija 3D ispisa uz primjenu tekućeg vezivnog sredstva..... | 4 |
| 2.2.4. Tehnologija 3D tintnog ispisa..... | 5 |
| 2.3. Kvaliteta 3D ispisane hrane | 6 |
| 2.4. Senzorska svojstva 3D ispisane hrane | 12 |
| 2.5. Percepcija potrošača za 3D ispisanu hranu..... | 13 |
| 3. Praktični dio | 15 |
| 3.1. Obrada zadatka | 15 |
| 4. Metode..... | 16 |
| 4.1. Instrument analize | 16 |
| 4.2. Statistička analiza | 16 |
| 5. Analiza rezultata i rasprava | 19 |
| 5.1. Demografski profil ispitanika istraživanja..... | 19 |
| 5.2. Konzumacija 3D ispisane hrane..... | 19 |
| 5.2.1. Prepreke i poticaji za konzumacija 3D ispisane hrane..... | 21 |
| 6. Zaključci | 24 |
| 7. Literatura | 25 |
| Popis slika..... | 31 |
| Popis tablica..... | 32 |

1. Uvod

Aditivna tehnologija trodimenzijskog (3D) ispisa hrane relativno je nova vrsta tehnologije koja se našla pod povećalom znanstvenika za istraživanje njezinog potencijala u prehrambenom sektoru. Ovom tehnologijom se omogućuje precizno i efikasno stvaranje složenih struktura nastalih iz različitih materijala odnosno sirovina, a pruža dodatne novine u smislu proizvodnje funkcionalne hrane. U posljednje vrijeme se kao funkcionalna hrana sve više propagiraju i klice, nastale klijanjem sjemena, koje su zbog svog osebujnog nutritivnog i bioaktivnog potencijala popularan dodatak prehrani. Kombinacijom 3D ispisa hrane i upotrebom klica u dizajnu inovativnih funkcionalnih proizvoda, otvaraju se nove mogućnosti i perspektive u dizajniranju hrane koja nije samo nutritivno superiorna već i estetski privlačna, a također može biti prilagođena individualnim potrebama potrošača. U Republici Hrvatskoj (RH) su klice, kao i primjena tehnologije 3D ispisa, nedovoljno zastupljene primarno zbog izostanka informiranosti potrošača o njihovim korisnostima, no to bi se moglo promijeniti ukoliko se pokaže da su potrošači voljni konzumirati iste. Varijabla o kojoj ovisi cjelokupna prihvatljivost 3D ispisane hrane upotrebom klica i razvoj funkcionalne hrane ovom tehnologijom, su svakako potrošači. U razvoju bilo kojeg prehrambenog proizvoda i pokušaju plasiranja istog na tržište, neizostavna je percepcija potrošača, odnosno njihovo mišljenje, a posljedično i prihvaćanje/odbijanje inovativnog proizvoda. S obzirom na to, provedeno je istraživanje anketiranjem potrošača kako bi se utvrdio potencijal u segmentu prihvatljivosti i potrošnje 3D ispisane hranu primjenom klica koje predstavlja značajan korak prema implementaciji tako proizvedene hrane na tržište. Istraživanje je provedeno putem ankete koja se sastoji od tri dijela, pri čemu se prvi dio odnosi na percepciju ispitanika u vezi konzumiranja klica, drugi dio se odnosi na percepciju ispitanika u vezi konzumiranja 3D ispisane hrane, a treći se dio odnosi na demografske podatke i zdravstvene stavove ispitanika.

2. Teorijski dio

2.1. Tehnologija 3D ispisa

Funkcionalni prehrambeni proizvodi važan su segment međunarodnih tržišta hrane zbog uske povezanosti sa zdravim načinom života kao i s prevencije raznih bolesti [1-3]. Napredne prehrambene tehnologije osmišljene su tako da uključuju načela održivosti te su u stanju proizvesti hranu s očuvanim izvornim aromama, okusima i nutritivnom vrijednosti uz zadržavanje zdravstvenih koristi i ekonomske opravdanosti [4,5]. Nasuprot tome, moderni potrošači hrane preferiraju hranu koja ima najmanje količine dodanih aditiva i konzervanasa, bez da su prirodno prisutni u takvoj hrani [6-8]. U skladu s tim, u proizvodnji hrane koriste se dodatci koji se često dobivaju iz različitog biljnog materijala bilo naprednim ili konvencionalnim pristupima uz provjeravanje njihove prikladnosti u prehrani [9-14]. Takva hrana je najčešće bogata biološki aktivnim spojevima kao što su polifenoli [15,16], vitamini [17], organosumporni spojevi [18,19], karotenoidi [20], zatim eterična ulja [21,22] i drugo. RH je sa svojom biljnom raznolikošću bogata vrstama koje su pogodne za korištenje u proizvodnji funkcionalne hrane [23-26].

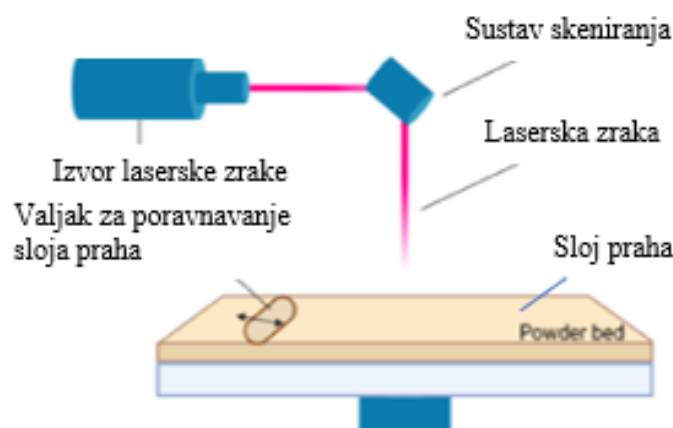
3D ispis je održiva tehnologija koja omogućuje unaprjeđenje proizvodne kakvoće hrane (*eng.* Food Quality 4.0), a temelji se na ispisivanju materijala na podlogu u slojevima koji prijanjaju na prethodno ispisane slojeve [27,28]. Tehnologija 3D ispisa primjenjiva je u okviru širokog spektra prehrambenih tehnologija zbog mogućnosti izrade obroka za potrošače s određenim potrebama vezano uz prehranu [29]. Osim toga, ovom se tehnologijom mogu proizvesti vrlo složeni oblici uz iskorištavanje nusprodukata prehrambene industrije [30-32]. Postoje različiti načini 3D ispisa hrane, a najčešće su u primjeni tehnologija selektivnog laserskog sinteriranja, tehnologija proizvodnje na principu tintnih pisača, ispis na principu ekstruzije te ispis uz primjenu tekućeg vezivnog sredstva u mlazu [32,33]. 3D ispis hrane kao proces sastoji se od četiri osnovna koraka koji rezultiraju izradom proizvoda [34]. Prilikom planiranja novog proizvoda potrebno je kreirati dizajn (računalni dizajn 3D oblika i G kodova). Prilikom dizajniranja u obzir se uzimaju primarno fizikalno-kemijska svojstva smjese, odnosno materijala. Kao što je već prethodno spomenuto, postoje različiti tipovi smjesa, a na dizajn oblika direktno utječe viskoznost pa se tako smjese niske viskoznosti ispisuju u oblicima manje visine kako ne bi došlo do dekonstrukcije oblika. Slijedeći korak prije

ispisa je prerada i/ili obrada. U ovom koraku mogu se uključiti sve operacije koje rezultiraju gotovom smjesom za ispis (npr. rezanje, kuhanje, mljevenje i dr.). Na temelju svojstava odabrane smjese odabire se tip tehnologije 3D ispisa koji će biti korišten. Sam 3D ispis materijala podrazumijeva posljednji korak, te se u ovom koraku ispisuju odabrani oblici iz pripremljene smjese. Na kraju, slijedi naknadna obrada i/ili prerada 3D oblika, kao na primjer sušenje, kuhanje i slično, a sve sa ciljem kako bi se dosegle ciljane karakteristike kvalitete željenog proizvoda [34,35].

2.2. Metode i vrste 3D ispisa hrane

2.2.1. Tehnologija selektivnog laserskog sinteriranja

Tehnologija selektivnog laserskog sinteriranja (Slika 2.1.) odvija se po principu povezivanja čestica praškastog materijala pomoću lasera. Najčešće korišteni materijali u ovoj tehnologiji su šećer, čokolada i masti. Prednost ove metode je mogućnost proizvodnje složenih oblika i različitih struktura, a nedostaci su relativno mala učestalost materijala koji zadovoljavaju kriterije za ispis ovom metodom te niža nutritivna vrijednost tako kreiranih proizvoda. Tehnologija selektivnog laserskog sinteriranja primjenjuje se kod praškastih materijala koji imaju sposobnost povezati se bez narušavanja teksture pri čemu se nakon ispisa uklanja materijal koji nije povezan [36,37].



Slika 2.1. Prikaz tehnologije selektivnog laserskog sinteriranja [38]

2.2.2. Tehnologija 3D ispisa na bazi ekstruzije

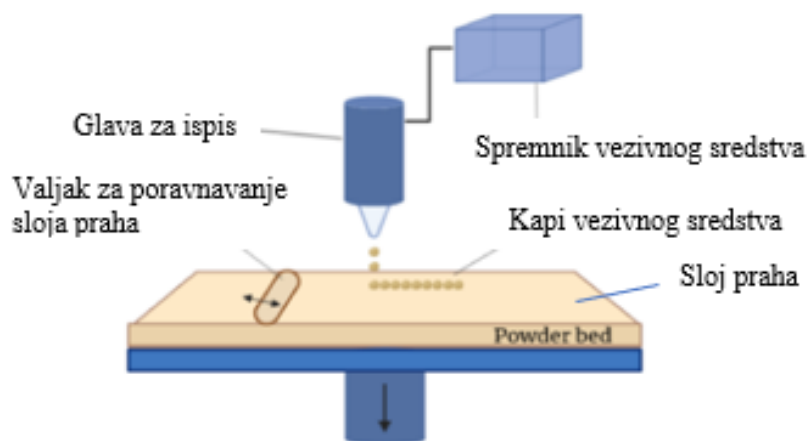
Ispis temeljen na principu ekstruzije (slika 2.2.) radi po principu nanošenja materijala na podlogu ekstruzijom i najčešće korišteni materijali u svrhu provođenja iste su tijesto, pire krumpir, topljeni sir te masne smjese. Kao prednost, ova tehnologija omogućuje jednostavnu izvedbu te se veliki broj materijala (sirovina) može ispisati primjenom ove tehnologije. Kao nedostatak, valja izdvojiti kompleksnost održavanja stabilnosti ispisanog oblika tijekom naknadne obrade [36,37].



Slika 2.2. Prikaz tehnologije 3D ispisa na bazi ekstruzije [38]

2.2.3. Tehnologija 3D ispisa uz primjenu tekućeg vezivnog sredstva

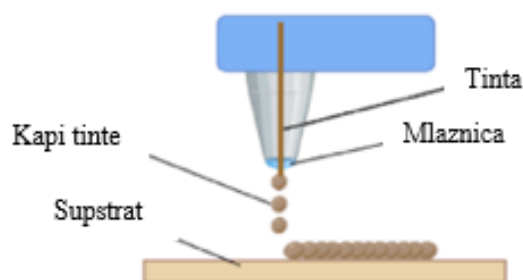
Tehnologija 3D ispisa uz primjenu tekućeg vezivnog sredstva (slika 2.3.) u mlazu koja funkcionira po principu slojevitog nanošenja praškaste supstance pri čemu se nakon svakog sloja na određenim mjestima (što ovisi o obliku) nanosi sloj vezivnog sredstva. Kao vezivno sredstvo koriste se polisaharidne otopine dok su praškasti materijali najčešće škrob, proteini i šećer. Ova tehnologija omogućuje kombiniranje različitih boja, tekstura i okusa, no velik broj materijala ne zadovoljava kriterije i hrana ispisana ovom tehnologijom može biti niže nutritivne vrijednosti [31].



Slika 2.3. Prikaz tehnologije 3D ispisa uz primjenu tekućeg vezivnog sredstva [38]

2.2.4. Tehnologija 3D tintnog ispisa

Tintni ispis (Slika 2.4.) koristi se za površinsko ukrašavanje i popunjavanje prehrambenih proizvoda poput torti, kolača i pizza. Ova tehnologija se dijeli na dvije glavne vrste: kontinuirani mlazni ispis i "kapanje na zahtjev". Kod kontinuiranog mlaznog ispisa, tinta se neprekidno izbacuje kroz piezoelektrični kristal koji vibrira pri stalnoj frekvenciji, dok se kod metode "kapanje na zahtjev" tinta izbacuje u obliku kapljica pomoću ventila pod pritiskom. Iako je "kapanje na zahtjev" sporija metoda u usporedbi s kontinuiranim ispisom, omogućuje znatno veću razlučivost i preciznost [39]. Tintni ispis funkcionira tako da kapljice prehrambene tinte prolaze kroz toplinsku ili piezoelektričnu glavu [40]. Koriste se materijali niske viskoznosti koji nisu dovoljno mehanički čvrsti da bi zadržali 3D strukturu, pa se stoga primjenjuju za ispis dvodimenzionalnih slika. Za postizanje visoke preciznosti i točnosti ispisa ključni su kompatibilnost tinte s površinom supstrata, viskoznost i reološka svojstva tinte, temperatura tinte te brzina ispisa [31]. Tehnologija proizvodnje na principu tintnih pisaa bazira se na principu kod kojeg se tekući materijal ispisuje na podlogu u obliku kapljica te je važno napomenuti kako materijal ne smije biti viskozozan odnosno treba težiti relativno niskoj viskoznosti u svrhu što lakšeg istiskivanja iz glave pisaa. Ova tehnologija omogućuje brzo ispisivanje i veći izbor materijala koji se mogu koristiti te su navedene stavke ujedno i prednosti iste. Kao što je već spomenuto, za korištenje ove tehnologije mora se rukovati s materijalima niske viskoznosti te se ta činjenica klasificira kao tehnološki nedostatak. Ova se tehnologija primjenjuje kod ukrašavanja slastica, primjerice torti i kolača.



Slika 2.4. Prikaz tehnologije 3D tintnog ispisa [39]

2.3. Kvaliteta 3D ispisane hrane

Standardni pisac za hranu sastoji se od računala koje korisniku omogućuje interakciju s pisacem putem računalnog programa koji omogućuje komunikaciju s upravljačkom kutijom i motorom pisaca hrane [41]. Ova tehnologija proizvodnje hrane kombinira segmente kulinarstva, inženjerstva te znanosti o materijalima [42].

Struktura 3D ispisane hrane ovisi o nekoliko fizikalnih svojstava korištenih sastojaka: viskoznost, reološke karakteristike, površinska napetost i temperatura [43]. Viskoznost se definira kao unutarnje trenje ili otpor protoku materijala pa tako sastojci dobre viskoznosti omogućuju precizno kreiranje slojeva tijekom ispisivanja hrane [44]. Reološka svojstva podrazumijevaju protok i elastičnost materijala to jest ponašanje materijala pri smicanju i slično, koja, ukoliko su zadovoljavajuća, omogućuju postizanje točnosti oblika i strukturalnog integriteta [45]. Površinska napetost direktno utječe na oblik tiska i adheziju odnosno prijanjanje neovisno o vrsti materijala (na primjer tekućina, pasta, krutina) [46]. Temperatura podrazumijeva važan segment u tehnologiji 3D ispisa hrane. Za postizanje željene strukture, teksture i okusa neizbježno je praćenje to jest kontroliranje temperaturnih učinaka, uključujući kuhanje, skrućivanje i topljenje [47,48]. Ukupnost navedenih čimbenika izravno utječe na kvalitetu 3D ispisane hrane. Tehnike naknadne obrade u 3D ispisu hrane presudne su za postizanje željene teksture, okusa i ukupne kvalitete.

Kuhanje na pari je tehnika naknadne obrade koja se obično koristi za određene prehrambene artikle, primjerice pekarske proizvode, no također i nakon procesa 3D ispisa, prehrambeni proizvodi se mogu naknadno podvrgavati postupku kuhanja na pari visoke temperature. Za ovaj proces je poznato da može očuvati sadržaj vlage u

obrađenoj namirnici, što dovodi do željenog rezultata karakteriziranog mekom i nježnom teksturom [49]. Ovaj pristup je posebno prikladan za prehrambene proizvode na bazi tijesta s visokim sadržajem škroba. Glavna prednost ove tehnike je ta da se njome zadržavaju nutritivni sadržaj hrane te inherentni okusi, a osim toga ne zahtijeva upotrebu velikih količina masti i ulja, što ga čini zdravstveno povoljnijim načinom kuhanja.

Sušenje je sljedeća tehnika naknadne obrade koja uklanja vlagu iz 3D ispisanih proizvoda te im tako produžuje rok trajanja i poboljšava teksturu. Tip sušenja se odabire obzirom na hranu koju podvrgavamo sušenju (zamrzavanje, vakuum i zrak). Provedba tehnike sušenja ključna je za održavanje strukturalnog integriteta i sprječavanje rasta mikroorganizama [50]. Naknadna obrada može povećati unaprijediti stabilnost i sigurnost hrane, produljiti i rok trajanja, te pozitivno utjecati na senzorska obilježja. Međutim, naknadna obrada 3D tiskanih prehrambenih proizvoda kompleksna je za izvedbu zbog niske mehaničke čvrstoće ispisanih prehrambenih materijala [51,52]. Konvencionalna toplinska obrada poput pečenja, tostiranja, prženja, mikrovalnog pečenja i kuhanja na pari može negativno utjecati na geometriju 3D ispisa i dovesti do deformacije oblika, narušavanja senzorske i nutritivne kvalitete [53]. 3D hrana ispisana ekstruzijom, poput meke i pasirane hrane, obično nije prikladna za podgrijavanje i dugotrajno skladištenje jer se njihovi oblici mogu deformirati i uzrokovati izdvajanje vode. Općenito se očekuje da će 3D ispisana hrana biti konzumirana netom nakon proizvodnje. Kao rezultat toga, dodaci hrani (na primjer gume, metilceluloza, proteinski izolat i želatina, škrob i modificirani škrob, kalcijev klorid i kalcijev kazeinat) često se koriste za poboljšanje stabilnosti 3D oblika tijekom naknadne obrade [51,52,54]. Neke od ovih komponenata mogu negativno utjecati na nutritivnu kvalitetu 3D ispisane hrane. Nasuprot tome, sušenje smrzavanjem je održiva alternativa za održavanje strukture ovih tiskanih proizvoda [51].

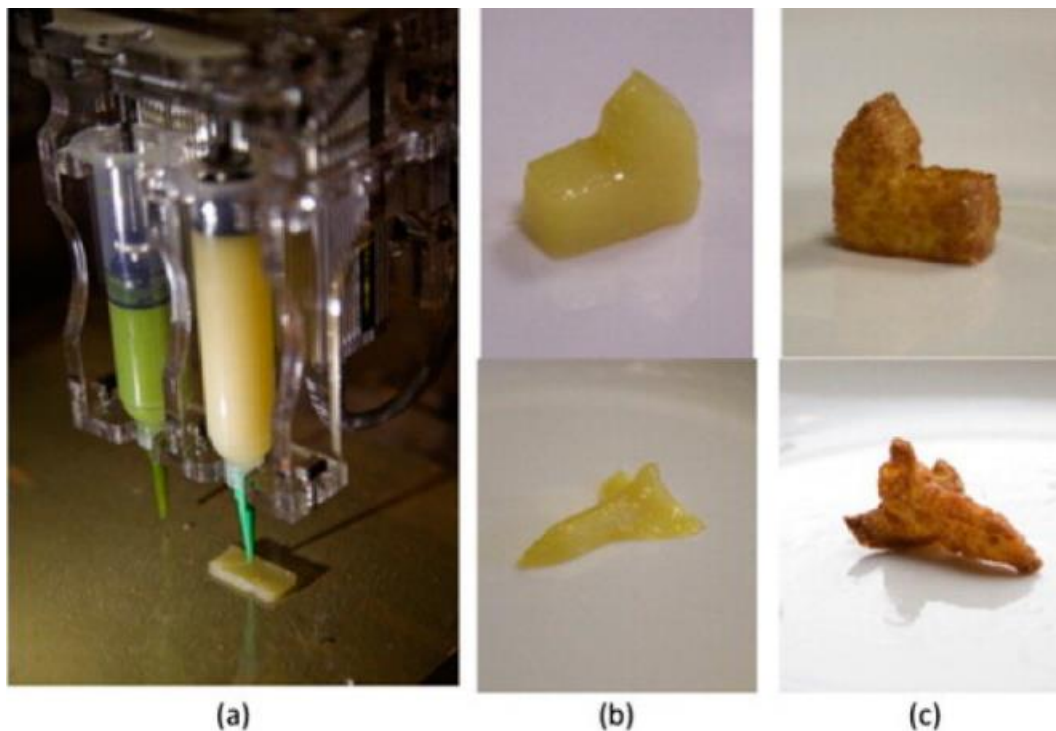
U posljednje vrijeme sve više se kao tehnologija naknadne obrade razmatra tehnologija premazivanja i glaziranja koja rezultira povećanjem vizualne privlačnosti 3D ispisane hrane. Premazi i glazure mogu poboljšati okus i izgled 3D ispisane hrane te također pozitivno utjecati na produljenje roka trajanja. U tablici 2.1. prikazan je utjecaj fizikalnih i senzorskih svojstava na postavke 3D ispisa kao i na njihov odnos prema principima ispisa 3D hrane [55].

Tablica 2.1. Utjecaj fizikalnih i senzorskih svojstava na postavke 3D pisača, prilagođeno iz [56]

| Fizikalna i senzorska svojstva | Utjecaj na parametre u 3D ispisu hrane | Odnos sa načelima fizike u 3D ispisu hrane |
|---------------------------------------|--|--|
| Boja | Bez utjecaja na parametre ispisa, ali poboljšava cjelokupni izgled | Određeno optičkim svojstvima prehrambenih materijala i interakcijom sa svjetlom |
| Tekstura | Visina sloja, brzina ispisa i brzina hlađenja | Visina utječe na razlučivost sloja, brzina ispisa utječe na protok materijala, hlađenje utječe na skrućivanje |
| Okus | Bez utjecaja | 3D ispis ne utječe na okus, već ovisi o sastojcima i korištenim tehnikama kuhanja |
| Miris | Bez utjecaja | 3D ispis ne utječe na miris, već ovisi o sastojcima i korištenim tehnikama kuhanja |
| Oblik | Visina sloja, debljina ruba, brzina ispisa, gustoća ispune | Visina sloja i gustoća ispuna utječu na ukupnu strukturu i čvrstoću, debljina stjenke utječe na detalje površine |
| Veličina | Visina sloja, brzina ispisa, gustoća ispune | Visina sloja i gustoća ispuna utječu na ukupne dimenzije ispisanog objekta |
| Gustoća | Gustoća ispune | Gustoća ispuna određuje unutarnju raspodjelu materijala i ukupnu težinu tiskanog predmeta |
| Viskoznost | Temperatura ispisa, brzina hlađenja | Temperatura ispisa utječe na protok materijala, hlađenje utječe na skrućivanje na temelju viskoznosti |
| Sadržaj vlage | Temperatura sloja, brzina hlađenja | Temperatura sloja pri hlađenju utječe na stabilnost i konzistenciju materijala na temelju sadržaja vlage |
| pH vrijednost | Bez utjecaja | Razina pH ne utječe izravno na 3D ispis, ali može utjecati na odabir i rukovanje prehrambenim materijalom |
| Tvrdoća | Visina sloja, brzina ispisa, brzina hlađenja | Visina sloja, brzina ispisa i hlađenja utječu na konačnu strukturu ispisane hrane |

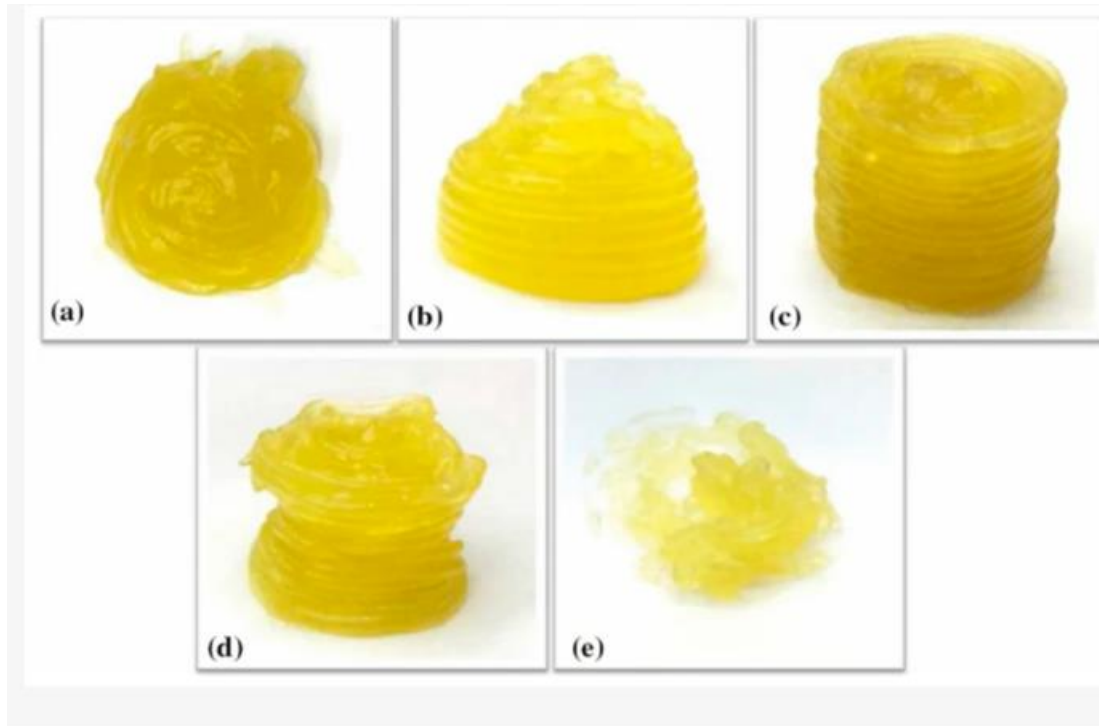
| | | |
|--------------------------------|--------------------------------|---|
| Hrskavost | Brzina hlađenja | Hlađenje utječe na skrućivanje, što utječe na hrskavost određene ispisane hrane |
| Žilavost | Brzina ispisa, brzina hlađenja | Brzina ispisa i hlađenja utječu na svojstva materijala pa tako utječu na žilavost kod neke ispisane hrane |
| Lomljivost | Brzina hlađenja | Hlađenje utječe na skrućivanje, utječući na lomljivost određene ispisane hrane |
| Elastičnost | Bez utjecaja | Elastičnost ovisi o sastavu materijala i nije izravno kontrolirana parametrima 3D ispisa |
| Ljepljivost | Brzina hlađenja | Hlađenje utječe na skrućivanje što utječe na ljepljivost u određenim ispisanim jelima |
| Talište | Temperatura ispisa | Temperatura ispisa mora biti iznad tališta materijala za ekstruziju |
| Toplinska vodljivost | Bez utjecaja | Toplinska vodljivost utječe na raspodjelu topline i svojstava materijala, utječući na proces ispisa |
| Specifični toplinski kapacitet | Bez utjecaja | Specifični toplinski kapacitet određuje energetske potrebe za procese ispisa i hlađenja |
| Površinska napetost | Bez utjecaja | Površinska napetost utječe na protok materijala, ali nije izravno kontrolirana u 3D ispisu |
| Topljivost | Bez utjecaja | Topljivost može utjecati na topljivost materijala, ali nije izravno kontrolirana u 3D ispisu |
| Aktivnost vode | Bez utjecaja | Aktivnost vode može utjecati na stabilnost materijala, ali nije izravno kontrolirana u 3D ispisu |

Veliki izazov za 3D ispisanu hranu je održavanje stabilnosti oblika prilikom naknadne obrade. Kako bi se riješio taj problem vrlo je važno kontrolirati formulaciju smjese za 3D ispis te dodatak aditiva. Provedenim istraživanjem na 3D ispisu mesa Jakobovih kapica dokazano je da dodatak transglutaminaze u smjesu omogućava da ispisani uzorak ostane stabilan, a prženi proizvod zadržava većinu izvornog oblika, s vrlo tankim područjima deformacije (Slika 2.5.). [57].



Slika 2.5. (a) 3D ispis mesa Jakobove kapice; (b) 3D ispisani uzorci prije prženja; (c) 3D ispisani uzorci nakon prženja [57]

Rezultati drugog istraživanja su pokazali da se dodatkom različitih vrsta škrobova (krumpirov škrob, škrob slatkog krumpira, pšenični škrob i kukuruzni škrob) može utjecati na viskoznost i mehanička svojstva gela limunovog soka. Istraživanjem je dokazano da 15% krumpirovog škroba omogućuje glatku površinu bez komprimirane deformacije na ispisanom proizvodu. Postotak krumpirovog škroba koji je iznad ili ispod 15% rezultira visokom, odnosno niskom viskoznošću te takva smjesa nije dala uspješan konačan oblik (Slika 2.6.) [58].



Slika 2.6. 3D tiskani gel od soka limuna s različitim udjelima krumpirovog škroba (a) 10% škroba; (b) 12.5% škroba; (c) 15% škroba; (d) 17.5% škroba; (e) 20% škroba [58]

Kod 3D ispisa topljenog sira dokazano je da ključnu ulogu u procesu ispisa imaju viskoznost i temperatura. Optimalna viskoznost iznosila je između 7,55 i 10,94 Pa*s, obzirom je smjesa pri toj viskoznosti bila prihvatljiva u pogledu preciznosti ispisa te je rezultirala optimalnim teksturnim svojstvima. Temperatura je također važna u smislu kritičnih čimbenika obrade koji mogu utjecati na ispis u smislu postizanja optimalne teksture i preciznosti ispisa; pri višim temperaturama ispisa (65°C) struktura postaje čvršća i otpornija na tlačne sile, pri čemu se ubrzava koalescentni učinak kapljica masti i dolazi do povećanja veličine kapljica u odnosu na mast kapljice u uzorcima ispisanim na nižim temperaturama (40°C) [59].

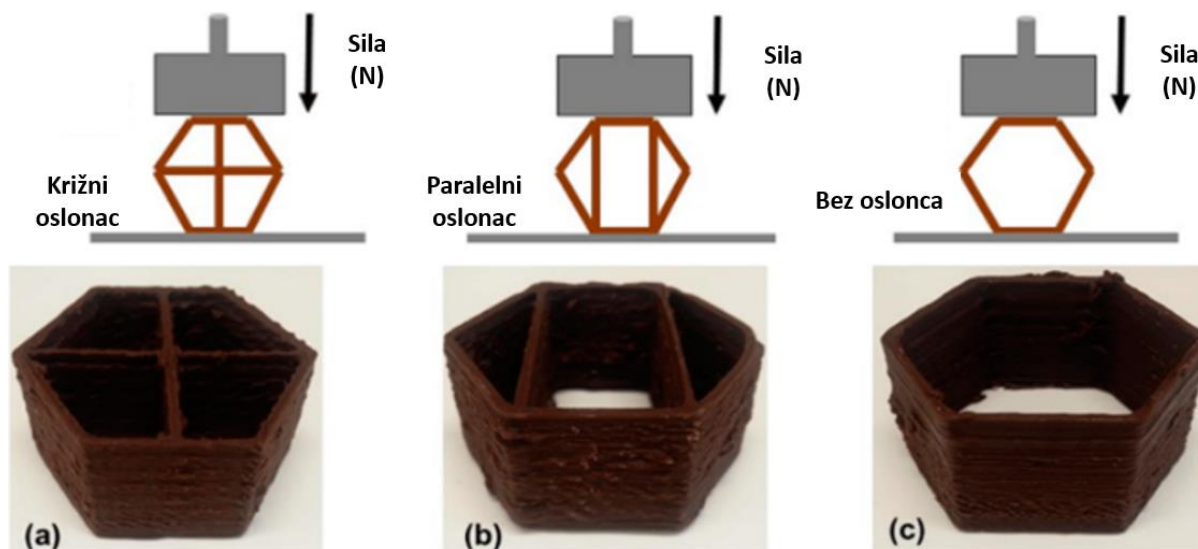
Liu i sur. (2018) su ispitali mogućnost primjene 3D ispisa temeljenog na ekstruziji za ispis paste načinjene od izolata proteina sirutke (WPI) i koncentrata proteina mlijeka (MPC) u prahu u različitim omjerima. Zabilježeno je da povećanje sadržaja WPI utječe na reološka svojstva na način da smanjuje viskoznost te omekšava MPC pastu. Proteinska pasta s omjerom MPC i WPI 5:2 pokazala je najbolju izvedbu ispisa, a pasta je zadržala svoju strukturu i bolje se prilagođavala s dizajniranim 3D modelima [60].

Pomoću ove tehnologije također je dobivena nutritivno prilagođena užina na bazi voća namijenjena djeci. 3D ispisane grickalice u velikoj su mjeri odgovarale značajkama projektirane geometrije. Ovim je istraživanjem dokazano da je moguće 3D tehnologijom ispisa proizvesti nove funkcionalne proizvode od supstrata sa većim udjelom vode. Štoviše, 3D ispisana hrana može se poboljšati kako bi savršeno odgovarala projektiranoj strukturi, s obzirom na to da prehrambeni materijali imaju složene strukture s velikim razlikama u fizikalno-kemijskim svojstvima prije i nakon procesa ispisa [30].

U zaključku, 3D ispis hrane omogućuje održivu proizvodnju hrane prilagođene ciljanim potrebama potrošača, čime ova tehnologija trenutno prednjači u mogućnostima koje pruža u razvoju inovativne funkcionalne hrane. Istraživači mogu revolucionirati proizvodnju, potrošnju i percepciju hrane primjenom koncepta fizike u istraživanju i razvoju znanosti o materijalima, tehnologijama ispisa i optimizaciji procesa. Fizičari, prehrambeni znanstvenici, inženjeri i kuhari moraju raditi zajedno kako bi povećali opseg i kvalitetu 3D ispisa hrane u budućnosti [56].

2.4. Senzorska svojstva 3D ispisane hrane

U tehnologiji 3D ispisa, tekstura se može prilagoditi kontrolom unutarnje strukture dizajna. Ključni čimbenik je unutarnja struktura ispisanog objekta, budući da treba osigurati dovoljno potporne strukture za proizvod, zajedno sa zadržavanjem složenosti u dizajnu. Potporna struktura može se kontrolirati promjenom uzorka ispune, definiranog kao oblik strukture (na primjer zvijezda, linija, saće), kao i postotkom u datoteci 3D pisača. Postotak (razina) ispune može varirati između 1% i 100%, a definira se kao intenzitet unutarnje strukture. Sveukupno, teksturna i mehanička svojstva 3D ispisanog objekta mogu se modificirati pomoću uzorka ispune i razine ispune. Mantihal i sur. (2017) koristili su tamnu čokoladu kao sirovinu i razvili tri oblika šesterokuta (križni oslonac, paralelni oslonac i bez oslonca), kao što je prikazano na Slici 2.7. Mjereći silu potrebnu za njihovo lomljenje, moglo se uočiti da su konstrukcije izrađene križnom potporom bile stabilnije od onih izrađene paralelnom potporom [61].



Slika 2.7. Različite potporne strukture 3D objekata od tamne čokolade (a) šesterokutni oblik sa križnim osloncem; (b) šesterokutni oblik sa paralelnim osloncem; (c) šesterokutni oblik bez potpore [61]

Feng i sur. (2020) prilagodili su razinu ispune i uzorak ispune (oblik potporne strukture) 3D objekata, procjenjujući učinak na teksturu dizajnirane 3D hrane na bazi kukuruza ili mješavine batata u prahu i nusproizvoda krumpira. Rezultati su pokazali linearan i pozitivan odnos u pogledu postotka punjenja i tvrdoće proizvoda nakon procesa prženja na zraku [62]. Također, Huang i sur. (2019) izvijestili su da 3D struktura hrane ispisana s konstantnom razinom ispune, ali s različitim uzorkom ispune, predstavlja važne razlike u tvrdoći [63]. Ovi rezultati pokazuju da unutarnja struktura ima značajnu ulogu u čvrstoći i cjelovitosti 3D ispisanog proizvoda, a ova je perspektiva ohrabrujuća domena za tehnologiju za razvoj sjajne strukture ispune koja može promijeniti i poboljšati svojstva teksture prehrambenih proizvoda [64].

2.5. Percepcija potrošača za 3D ispisanu hranu

Potrošači općenito sumnjičavo gledaju na nove prehrambene tehnologije i namirnice koje proizlaze iz njih [65]. Prema istraživanjima 3D ispisana hrana povećala je percepciju kvalitete proizvoda, ali nije povećala ocjene prihvatljivosti senzorskih atributa. U usporedbi 3D ispisane hrane u odnosu na isti proizvod proizveden konvencionalno, sudionici su pozitivnije opisali senzorska svojstva te kvalitetu proizvoda hrane koja je napravljena uz pomoć 3D pisača hrane [66]. Veća kompleksnost vizualnog dizajna u 3D ispisanom proizvodu rezultirala je povećanom senzorskom prihvatljivošću ocjena izgleda, ali nije utjecala na opće prihvaćanje ili ocjene

prihvatljivosti atributa okusa i teksture [67,68]. Prezentacija informacija o procesu 3D ispisane hrane i njegovim prednostima nije povećala prihvaćanje senzorskih atributa ili percipiranu kvalitetu proizvoda studije, no stav sudionika prema 3D ispisanoj hrani bio je pozitivniji nakon primitka informacija i prilike da se kušaju proizvodi [65]. Neki su sudionici izrazili zabrinutost oko jestivosti, sigurnosti i nutritivne kvalitete 3D ispisane hrane. Uobičajene stigme kretale su se oko sigurnosti, okusa i nutritivne vrijednosti ispisane hrane, pri čemu je pojam „pisač“ bio faktor odvraćanja zbog povezanosti s neprehranbenom industrijom [69]. Čimbenici poput „prirodnog sadržaja“ bili su ključni u oblikovanju percepcije, pri čemu su neki 3D ispisanu hranu smatrali „neprirodnom“ ili potencijalno štetnom [70,71]. Sklonost potrošača kupnji 3D ispisane hrane uvelike je određena njihovim stavovima, subjektivnim normama, osjetilnom privlačnošću, neofobijom prema hrani, percipiranim zdravstvenim rizicima i prihvatljivošću za okoliš [72]. Rezultati anketnih pitanja pokazali su da su sudionici nakon konzumiranja 3D ispisane hrane bili voljni jesti istu [67].

3. Praktični dio

3.1. Obrada zadatka

Istraživanje „Potrošačka percepcija aditivne tehnologije 3D ispisa u proizvodnji funkcionalne hrane na bazi klica“ izrađeno je u sklopu EU PRIMA Projekta "*From Edible sprouts to hEalthy food - FEED*". Cilj projekta je doprinijeti razvoju novog trenda konzumacije funkcionalne hrane koristeći svježe ili prerađene klice različitog botaničkog podrijetla, s posebnim naglaskom na tradicionalne, lokalne i divlje jestive vrste biljaka. Dalje, 3D ispis hrane (*eng.* 3D printing) i druge netermalne inovativne tehnologije u obradi hrane (npr. ultrazvuk velike snage, pulsirajuće električno polje) ispitati će se sa ciljem utvrđivanja njihovog potencijala u proizvodnji inovativnih funkcionalnih proizvoda na bazi klica. U skladu s navedenim, potrebno je ispitati potencijal primjene klica u razvoju funkcionalnih proizvoda, primjenom tehnologije 3D ispisa u RH, a kojih je relativno mali broj dostupan na tržištu tj. prisutnih u ograničenom broju trgovina. Stoga je svrha ovog istraživanja procijeniti potencijal tržišta za takvim funkcionalnim proizvodima s naglaskom na čimbenike koji utječu na preferencije potrošača, kao i njihove namjere za kupnju takvih proizvoda u RH.

4. Metode

4.1. Instrument analize

Instrument analize je bila elektronička anketa izrađena putem Google Forms servisa koji se sastojao od 3 dijela gdje se prvi dio odnosio na ispitivanje vezano uz konzumaciju klica, drugi na konzumaciju 3D printane hrane, a treći dio na demografske podatke i zdravstvene stavove ispitanika.

4.2. Statistička analiza

U istraživanju je ispitano $n=194$ odraslih ispitanika na području RH. Ispitivanje je obavilo dvoje anketara usmenim putem te ispitanici samostalno putem samoadministrirajuće poveznice. Kategoričke varijable analizirane su pomoću χ^2 -testova, a kontinuirane varijable pomoću t-testa i analize varijance. Statistička ovisnost dviju kontinuiranih varijabli testirana je Pearsonovim testovima. Za karakterizaciju uzorka korištena je deskriptivna statistika. Kako bi se provjerila temeljna struktura među određenim varijablama, provedena je faktorska analiza odabranih varijabli iz anketnog upitnika. Kriteriji za zadržavanje faktora (latentne varijable) u analizi odabran je na temelju Kaiserovog pravila i ispitivanjem grafičkog prikaza, dok je prag zadržavanja manifestne varijable po faktoru bio $\geq 0,40$. Indeks faktorske analize izračunat je metodom linearne regresije. Diskretne varijable i latentne varijable faktorske analize testirane su t-testovima ili ANOVA-om. Razina značajnosti svih testova bila je $\alpha \leq 0,05$, a rezultati su analizirani pomoću SPSS softvera (v.24).

Pitanje *

| | 1=Da | 2=Ne |
|--|-----------------------|-----------------------|
| 1. Jeste li čuli da postoji 3D ispis... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 2. Smatrate li da bi 3D ispisana hr... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 3. Smatrate li da bi 3D ispisana hr... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 4. Smatrate li da bi 3D ispisana hr... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 5. Znate li od čega se sve može p... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| 6. Biste li bili voljni konzimirati 3... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

8. 3D ispisana hrana priprema se pomoću 3D pisača za hranu. Biste li nabavili ovakav uređaj i sami pripremali 3D ispisanu hranu u Vašem domaćinstvu? *

- a) Da
 b) Ovisi o cijeni uređaja
 c) Ne

9. U svijetu se 3D ispisana hrana može koristiti u restoranima. Kada bi u Hrvatskoj postajali takvi restorani, biste li bili voljni iskušati obrok pripremljen od 3D ispisane hrane? *

- a) Da
 b) Ovisi o cijeni obroka
 c) Ne

7. Za konzumaciju 3D ispisane hrane bitno mi je da: *

1=uopće se ne ... 2=uglavnom se... 3=niti se slaže... 4=uglavnom se... 5=potpuno se ...

| | | | | | |
|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| a) je nutritivno ... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| b) se na deklar... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| c) je izgledom ... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| d) je pristupač... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| e) je ukusna | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| f) je izrađena o... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |
| g) ništa mi nije ... | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> | <input type="radio"/> |

10. Kada bi neka naša prehrambena industrija proizvodila 3D ispisanu hranu, biste li je probali? *

- a) Da
 b) Ovisi o cijeni proizvoda
 c) Ne

11. Upišite koliko bi najviše izdvojili eura za obrok pripremljen (dostavljen ili naručen) od 3D ispisane hrane € _____ (0 eura, ako ne biste bili voljni konzimirati 3D ispisanu hranu).

Tekst kratkog odgovora _____

Slika 4.1. Prikaz ankete (1. dio)

1. S obzirom na spolne (biološke) karakteristike u trenutku rođenja ja sam: *

- a. ŽENA
 b. MUŠKARAC

4. Trenutno sam: *

- a. UČENIK/STUDENT
 b. NEZAPOSLENA OSOBA
 c. POVREMENO ZAPOSLENA OSOBA
 d. STALNO ZAPOSLENA OSOBA
 e. UMIROVLJENIK

2. Imam _____ godina. *

Tekst kratkog odgovora _____

3. Stupanj obrazovanja: *

- a. OSNOVNA ŠKOLA
 b. SREDNJA ŠKOLA
 c. PRIJEDIPLOMSKI STUDIJ
 d. DIPLOMSKI STUDIJ
 e. DOKTORAT

5. U mom kućanstvu živi _____ osoba (upisati ukupan broj osoba s djecom i odraslima)? *

Tekst kratkog odgovora _____

6. Mjesečna potrošnja za hranu mog kućanstva otprilike iznosi _____ eura. *

Tekst kratkog odgovora _____

Slika 4.2. Prikaz ankete (2. dio)

5. Analiza rezultata i rasprava

5.1. Demografski profil ispitanika istraživanja

Ispitano je 30% muškaraca i 70% žena, prosječne starosti 36 ± 21 godina (Tablica 5.1.-5.2.), dok je većina ispitanika bilo zaposleno (66%).

Tablica 5.1. Prosječan spol svih ispitanika

| Ispitanici | Frekvencija | % |
|------------|-------------|-----|
| Muškarci | 58 | 30 |
| Žene | 136 | 70 |
| Ukupno | 194 | 100 |

Tablica 5.2. Prosječni radni status svih ispitanika

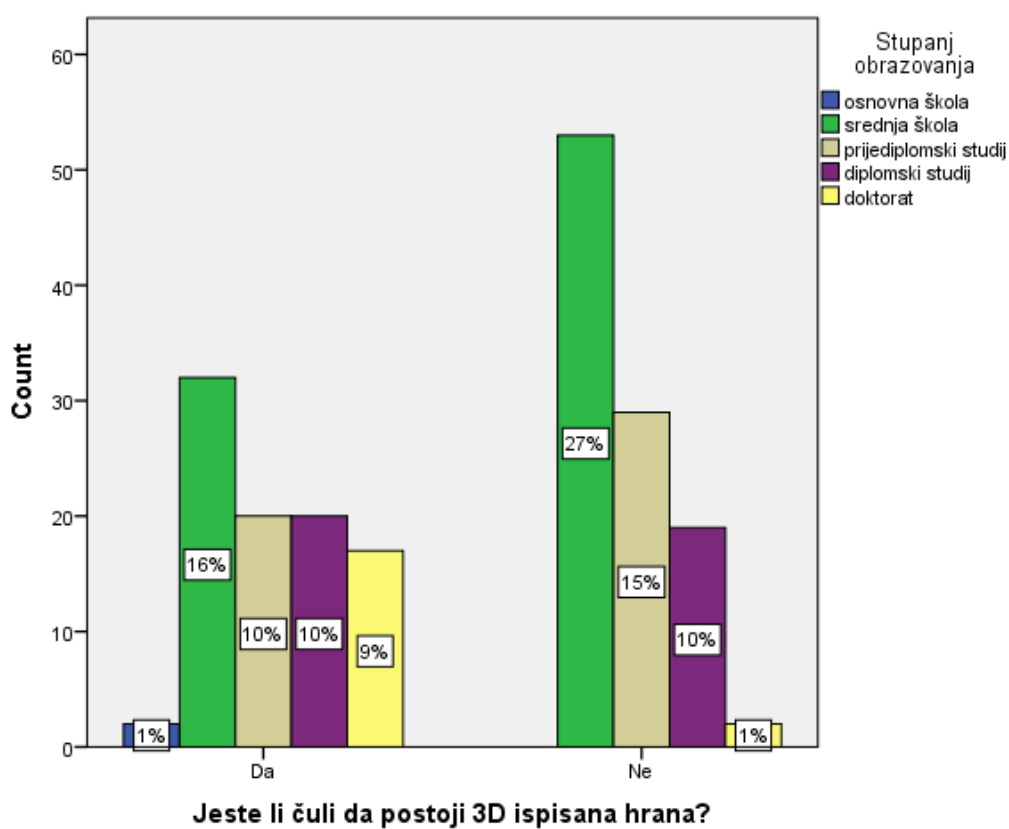
| Ispitanik | Frekvencija | % |
|------------------------------|-------------|------|
| Učenik/Student | 45 | 23,2 |
| Nezaposlena Osoba | 5 | 2,60 |
| Povremeno Zaposlena osoba | 10 | 5,20 |
| Stalno zaposlena Osoba | 127 | 65,5 |
| Umirovljenik | 7 | 3,60 |
| Ukupno | 194 | 100 |

5.2. Konzumacija 3D ispisane hrane

Od 194 ispitanika njih 47% je odgovorilo pozitivno na pitanje jesu li čuli da postoji 3D ispisana hrana, dok je većina od 53% odgovorila negativno. Većina ljudi koji su čuli za 3D ispisanu hranu su stalno zaposlene (62%) žene (64%) u dobi od 23-51 godine prosječno sa srednjoškolskim obrazovanjem (35%). One dijele kućanstvo s prosječno $3,12 \pm 1,50$ članova kućanstva te mjesečno prosječno troše € $117,08 \pm 164,82$ po članu kućanstva na hranu (Tablica 5.3.-5.4.; Slika 5.1.).

Tablica 5.3. Rezultati odgovora na pitanje "Jeste li čuli da postoji 3D ispisana hrana?"

| Odgovori | Frekvencija | % |
|----------|-------------|------|
| Ne | 91 | 46,9 |
| Da | 103 | 53,1 |
| Ukupno | 194 | 100 |



Slika 5.1. Obrazovni status ispitanika koji su čuli da postoji 3D ispisana hrana

Tablica 5.4. Radni status ispitanika i svjesnost o postojanju 3D ispisane hrane

| Uključujete li klice u redovnu prehranu? | Učenik ili student | Nezaposlena osoba | Povremeno zaposlena osoba | Stalno zaposlena osoba | Umirovljenik | Ukupno |
|--|--------------------|-------------------|---------------------------|------------------------|--------------|--------|
| n (ispitanika) | 21 | 4 | 6 | 56 | 4 | 91 |
| Ne znam da postoji 3D pisana hrana (%) | 23 | 4 | 7 | 62 | 4 | 100 |
| % od svih ispitanika | 11 | 2 | 3 | 29 | 2 | 47 |
| n (ispitanika) | 24 | 1 | 4 | 71 | 3 | 103 |
| Znam da postoji 3D pisana hrana (%) | 23 | 1 | 4 | 69 | 3 | 100 |
| % od svih ispitanika | 12 | 1 | 2 | 37 | 2 | 53 |

5.2.1. Prepreke i poticaji za konzumacija 3D ispisane hrane

Kvantifikacija konzumacije 3D ispisane hrane kreirana je faktorskom analizom od 6 pitanja koja su procjenjivala specifične razloge za njenu konzumaciju. U odabiru 3D ispisane hrane za konzumaciju odgovorima na pitanja mjerile se koliko je ispitanicima bitno da je hrana: „nutritivno vrijedna“; „da se na deklaraciji navodi da doprinosi unaprjeđenju zdravlja“, „da je izgledom privlačna“; „da je pristupačna cijenom (nije preskupa)“; i 'da je ukusna'. Sudionici su trebali odabrati odgovore od 1-5 („uopće se ne slažem“ do „potpuno se slažem“ prema Likertovoj ljestvici). Prikladnost faktorske analize testirana je KMO i Bartellitovim testom (KMO = 0,92; $p \leq 0,01$) kako je već prije opisano u literaturi [73]. Zadržavanje čestice po latentnoj varijabli je prikazano u Tablici 5.8. Visok stupanj pouzdanosti iskazan s Cronbach α ukazuje da kreirana skala pouzdano mjeri poticaje i prepreke konzumaciji klica tj. da je instrument (anketni upitnik) korektno kreiran.

Tablica 5.5. Zadržavanje čestice po latentnoj varijabli

| Čestica | Konzumacija 3D ispisane hrane |
|---|-------------------------------|
| Za konzumaciju 3D ispisane hrane bitno mi je da je ukusna | 0,94 |

| | |
|---|------|
| Za konzumaciju 3D ispisane hrane bitno mi je da je pristupačna cijenom (nije preskupa) | 0,94 |
| Za konzumaciju 3D ispisane hrane bitno mi je da je izgledom privlačna | 0,90 |
| Za konzumaciju 3D ispisane hrane bitno mi je da je izrađena od potpuno prirodnih sirovina | 0,90 |
| Za konzumaciju 3D ispisane hrane bitno mi je da je nutritivno vrijedna | 0,88 |
| Za konzumaciju 3D ispisane hrane bitno mi je da se na deklaraciji navodi da doprinosi unaprjeđenju zdravlja | 0,83 |
| Eigenvalue | 4,86 |
| Cronbach α | 0,85 |
| Objašnjenje varijance | 81% |

Ispitanici koji su smatrali da bi 3D ispisana hrana mogla biti zdrava, sigurna i ukusna, imali su veći rezultat za konzumaciju ($p \leq 0,01$). Jednako tako, takvi ispitanici su bili voljni radije isprobati 3D ispisanu hranu ($p \leq 0,01$). Ispitanici koji su čuli da postoji 3D ispisana hrana, kao i oni koji to nisu, imali su jednake rezultate za njenu konzumaciju ($p = 0,13$). Slično tome ispitanici koji su znali i koji to nisu od čega se sve izrađuje 3D ispisana hrana su imali jednake rezultate za njenu konzumaciju ($p = 0,19$).

Kako je i očekivano, ako su ispitanici imali veći rezultat za konzumaciju 3D ispisane hrane tada su imali i veću vjerojatnost da u svoje kućanstvo kupe 3D pisač ($p \leq 0,01$). Najveću šansu za nabavku 3D pisača u domaćinstvu te samostalna priprema 3D ispisane hrane imaju ispitanici koji čvrsto smatraju da je bitno da se hrana pripremi unaprijed, koji su izbirljivi po pitanju konzumacije voća i povrća i kojeg najčešće kupuju na tržnici ($p \leq 0,01$). Drugim riječima, ako je hrana ukusna, izgledom privlačna, izrađena potpuno od prirodnih sirovina, nutritivno vrijedna, ekonomski pristupačna te deklarativno doprinosi unaprjeđenju zdravlja, tada bi ju potrošači kupovali iako je korištena 3D tehnologija.

Osim toga, ako su ispitanici mjesečno izdvajali veće količine novca po članu kućanstva za hranu, tada su imali veću šansu da budu voljni iskušati obrok pripremljen 3D ispisom u restoranima ($p = 0,04$). Slično ranijem, ako su ispitanici imali veći rezultat za konzumaciju 3D ispisane hrane, tada su bili više zainteresirani za konzumaciju 3D ispisane hrane u restoranu ($p \leq 0,01$) koju bi proizvodila neka naša prehrambena industrija ($p \leq 0,01$). Takvi ispitanici su bili voljni izdvojiti između €1,86 – 26,60 za takav obrok. Primijećeno je da su početni stavovi ispitanika prema 3D ispisanoj hrani bili više negativni nego pozitivni, kao što je bio slučaj i u studiji provedenoj od strane

znanstvenika Brunner i sur. (2018), koji su predstavljanjem nekoliko primjena ove tehnologije u preradi hrane uz naglašavanje prednosti za krajnje korisnike tijekom ankete značajno i pozitivno utjecali na mišljenje ispitane populacije [74]. Rezultatima dobivenim u provedenoj anketi zaključeno je da aditivna tehnologija 3D ispisa hrane na našim prostorima novitet, što za sobom najvjerojatnije povlači strah potrošača prema proizvodima proizvedenim novom tehnologijom 3D ispisa što je sukladno istraživanjima gdje je također identificiran strah prema takvim aditivnim tehnologijama [64]. Iz rezultata je uočljivo da je malen broj potrošača informiran o aditivnoj tehnologiji 3D ispisa hrane te da je njihova percepcija većinom negativna, a ova pretpostavka je sukladna istraživanjima Cox i sur. (2007). koji se slažu da jednostrane i tehnologijom vođene informacije ne uspijevaju uvjeriti potrošače u prednosti nove hrane [75].

6. Zaključci

- 1) 3D ispis hrane omogućuje prilagođenu, održivu proizvodnju hrane i kulinarsku inventivnost. Primjenom koncepata fizike u istraživanju i razvoju znanosti o materijalima, tehnologijama ispisa i optimizaciji procesa može se povećati opseg i kvaliteta 3D ispisa hrane.
- 2) Većina ispitanika nije upoznata s činjenicom da postoji 3D ispisana hrana.
- 3) Većina ispitanika koja jest čula za 3D ispisanu hranu su stalno zaposlene žene u dobi od 23-51 godine i završenim srednjoškolskim obrazovanjem. One dijele kućanstvo s prosječno 1,62-4,62 ljudi, te mjesečno prosječno troše € $164,82 \pm 117,08$ po članu kućanstva na hranu.
- 4) Ispitanici koji su se složili da bi 3D ispisana hrana mogla biti zdrava, sigurna i ukusna, imali su veći rezultat za konzumaciju 3D ispisane hrane te su je bili voljni isprobati.
- 5) Stupanj informiranosti o postojanju 3D ispisane hrane nije utjecao na njenu primjenu kod potrošača. Drugim riječima, bez obzira jesu li ispitanici čuli ili ne za 3D ispisanu hranu nisu je željeli konzumirati, što implicira na negativne stavove vezane uz ovaj tip prehrambene tehnologije.
- 6) Aditivna tehnologija 3D ispisa hrane na prostorima RH je novitet, što za sobom vjerojatno povlači sumnju potrošača prema proizvodima proizvedenim novom tehnologijom, što posljedično ostavlja trenutno negativnu percepciju kod potrošača.
- 7) Potrebno je provesti promotivnu kampanju koja bi informirala potrošače o prednostima i nedostacima 3D tehnologije proizvodnje hrane. Prema rezultatima ispitivanja, edukacijom potrošača bi se smanjila negativna percepcija potrošača vezana uz 3D ispisanu hranu kao novu tehnologiju.

7. Literatura

- [1] P. Putnik: Sustainable and innovative processing of safe and healthy foods. *Food Chemistry Advances*, 2024, 4, 100588.
- [2] D.D. Dohrmann, P. Putnik, D. Bursać Kovačević, J. Simal-Gandara, J.M. Lorenzo, F.J. Barba: Japanese, Mediterranean and Argentinean diets and their potential roles in neurodegenerative diseases. *Food Research International*, 2019, 120, 464-477.
- [3] A. Bebek Markovinović, V. Stulić, P. Putnik, N. Bekavac, B. Pavlić, S. Milošević, B. Velebit, Z. Herceg, D. Bursać Kovačević: 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*, 2024, 13(4), 53
- [4] A. Bebek Markovinović, D. Brdar, P. Putnik, T. Bosiljkov, K. Durgo, A. Huđek Turković, I. Brčić Karačonji, K. Jurica, B. Pavlić, D. Granato, D. Bursać Kovačević: Strawberry tree fruits (*Arbutus unedo* L.): Bioactive composition, cellular antioxidant activity, and 3D printing of functional foods. *Food Chemistry*, 2024, 433, 137287.
- [5] F. Barba, P. Putnik, D.B. Kovačević: *Agri-food industry strategies for healthy diets and sustainability: new challenges in nutrition and public health*. London: Elsevier, Academic Press, 2020, 251.
- [6] A. Bebek Markovinović, V. Stulić, P. Putnik, A. Birkić, M. Jambrović, D. Šaško, J. Ljubičić, B. Pavlić, Z. Herceg, D. Bursać Kovačević: 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*, 2023, 12 (17), 3172.
- [7] Z. Stamenković, I. Pavkov, M. Radojčin, A. Tepić Horecki, K. Kešelj, D. Bursać Kovačević, P. Putnik: Convective Drying of Fresh and Frozen Raspberries and Change of Their Physical and Nutritive Properties. *Foods*, 2019, 8 (7), 251.
- [8] D. Kovačević Bursać, P. Putnik: *Sustainable Functional Food Processing*. Basel: MDPI, 2022. ISBN 978-3-0365-5302-3.
- [9] N. Gladikostić, B. Ikonić, N. Teslić, Z. Zeković, D. Božović, P. Putnik, D. Bursać Kovačević, B. Pavlić: Essential Oils from *Apiaceae*, *Asteraceae*, *Cupressaceae* and *Lamiaceae* Families Grown in Serbia: Comparative Chemical Profiling with In Vitro Antioxidant Activity. *Plants*, 2023, 12 (4), 745.
- [10] A. Bebek Markovinović, P. Putnik, P. Bičanić, D. Brdar, B. Duralija, B. Pavlić, S. Milošević, G. Rocchetti, L. Lucini, D. Bursać Kovačević: 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*, 2023, 28 (1), 138.
- [11] A. Bebek Markovinović, P. Putnik, V. Stulić, L. Batur, B. Duralija, B. Pavlić, T. Vukušić Pavičić, Z. Herceg, D. Bursać Kovačević: The Application and Optimization of HIPEF Technology in the Processing of Juice from Strawberries Harvested at Two Stages of Ripeness. *Foods*, 2022, 11 (14), 1997.

- [12] A. Bebek Markovinović, S. Milošević, N. Teslić, B. Pavlić, P. Putnik, I. Brčić Karačonji, K. Jurica, D. Lasić, D. Bursać Kovačević: Development of a Pressurized Green Liquid Extraction Procedure to Recover Antioxidant Bioactive Compounds from Strawberry Tree Fruit (*Arbutus unedo* L.). *Plants*, 2023, 12 (10), 2006.
- [13] M-Q. Zhang, J. Zhang, Y-T. Zhang, J-Y. Sun, M.A. Prieto, J. Simal-Gandara, P. Putnik, N-Y. Li, C. Liu: The link between the phenolic composition and the antioxidant activity in different small berries: A metabolomic approach. *LWT*, 2023, 182, 114853.
- [14] B. Pavlić, M. Kaplan, Z. Zeković, O. Canli, N. Jovičić, D. Bursać Kovačević, A. Bebek Markovinović, P. Putnik, O. Bera: Kinetics of Microwave-Assisted Extraction Process Applied on Recovery of Peppermint Polyphenols: Experiments and Modeling. *Plants*, 2023, 12 (6), 1391.
- [15] B. Šojić, P. Putnik, B. Danilović, N. Teslić, D. Bursać Kovačević, B. Pavlić: Lipid Extracts Obtained by Supercritical Fluid Extraction and Their Application in Meat Products. *Antioxidants*, 2022, 11 (4), 716.
- [16] A. Milić, T. Daničić, A. Tepić Horecki, Z. Šumić, N. Teslić, D. Bursać Kovačević, P. Putnik, B. Pavlić: Sustainable Extractions for Maximizing Content of Antioxidant Phytochemicals from Black and Red Currants. *Foods*, 2022, 11 (3), 325.
- [17] A. Milić, T. Daničić, A. Tepić Horecki, Z. Šumić, D. Bursać Kovačević, P. Putnik, B. Pavlić: Maximizing Contents of Phytochemicals Obtained from Dried Sour Cherries by Ultrasound-Assisted Extraction. *Separations*, 2021, 8 (9), 155.
- [18] P. Putnik, D. Gabrić, S. Roohinejad, F.J. Barba, D. Granato, J.M. Lorenzo, D. Bursać Kovačević: Bioavailability and food production of organosulfur compounds from edible *Allium* species. In: *Innovative Thermal and Non-Thermal Processing, Bioaccessibility and Bioavailability of Nutrients and Bioactive Compounds*. Original edition, 2019, 293-308.
- [19] P. Putnik, D. Gabrić, S. Roohinejad, F.J. Barba, D. Granato, K. Mallikarjunan, J.M. Lorenzo, D. Bursać Kovačević: An overview of organosulfur compounds from *Allium* spp.: From processing and preservation to evaluation of their bioavailability, antimicrobial, and anti-inflammatory properties. *Food Chemistry*, 2019, 680-691.
- [20] D. Montesano, G. Rocchetti, P. Putnik, L. Lucini: Bioactive profile of pumpkin: an overview on terpenoids and their health-promoting properties. *Current Opinion in Food Science*, 2018, 81-87.
- [21] T. Behl, G. Rocchetti, S. Chadha, G. Zengin, S. Bungau, A. Kumar, V. Mehta, M.S. Uddin, G. Khullar, D. Setia, S. Arora, K.I. Sinan, G. Ak, P. Putnik, M. Gallo, D. Montesano: Phytochemicals from Plant Foods as Potential Source of Antiviral Agents: An Overview. *Pharmaceuticals*, 2021, 14 (4), 381.
- [22] B. Pavlić, B. Šojić, N. Teslić, P. Putnik, D. Bursać Kovačević: Extraction of bioactive compounds and essential oils from agricultural and food waste: Novel strategies and technologies. *Basel: Springer Nature*, 2023, 245-262.
- [23] A. Bebek Markovinović, I. Brčić Karačonji, K. Jurica, D. Lasić, M. Skendrović Babojelić, B. Duralija, J. Šic Žlabur, P. Putnik, D. Bursać Kovačević: Strawberry Tree Fruits and Leaves

(*Arbutus unedo* L.) as Raw Material for Sustainable Functional Food Processing: A Review. *Horticulturae*, 2022, 8(10), 881.

[24] A. Bebek Markovinović, P. Putnik, V. Stulić, L. Batur, B. Duralija, B. Pavlić, T. Vukušić Pavičić, Z. Herceg, D. Bursać Kovačević: The Application and Optimization of HIPEF Technology in the Processing of Juice from Strawberries Harvested at Two Stages of Ripeness. *Foods*, 2022, 11(14), 1977.

[25] A. Bebek Markovinović, P. Putnik, B. Duralija, A. Krivohlavek, M. Ivešić, I. Mandić Andačić, I. Palac Bešlić, B. Pavlić, J.M. Lorenzo, D. Bursać Kovačević: 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*, 2022, 11(5), 640.

[26] B. Duralija, P. Putnik, D. Brdar, A. Bebek Markovinović, S. Zavadlav, M. Pateiro, R. Domínguez, J.M. Lorenzo, D. Bursać Kovačević: The Perspective of Croatian Old Apple Cultivars in Extensive Farming for the Production of Functional Foods. *Foods*, 2021, 10(4), 708.

[27] I. Djekić, B. Velebit, B. Pavlić, P. Putnik, D. Šojić Merkulov, A. Bebek Markovinović, D. Bursać Kovačević: Food Quality 4.0: Sustainable Food Manufacturing for the Twenty-First Century. *Food Engineering Reviews*, 2023, 15(4), 577-608.

[28] C. Severini, A. Derossi, D. Azzollini: Variables Affecting the Printability of Foods: Preliminary Tests on Cereal-Based Products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2016, 38, 281–291.

[29] I. Tomašević, P. Putnik, F. Valjak, B. Pavlić, B. Šojić, A. Bebek Markovinović, D. Bursać Kovačević: 3D Printing as Novel Tool for Fruit-Based Functional Food Production. *Current Opinion in Food Science*, 2021, 41, 138–145.

[30] A. Derossi, R. Caporizzi, D. Azzollini, C. Severini: Application of 3D Printing for Customized Food: A Case on the Development of a Fruit-Based Snack for Children. *Journal of Food Engineering*, 2018, 220, 65–75.

[31] Z. Liu, M. Zhang, B. Bhandari, Y. Wang: 3D Printing: Printing Precision and Application in Food Sector. *Trends in Food Science & Technology*, 2017, 69, 83–94.

[32] J. Sun, et al.: 3D Food Printing: An Innovative Way of Mass Customization in Food Fabrication. *International Journal of Bioprinting*, 2015, 1(1), 31,

[33] T.F. Wegrzyn, M. Golding, R.H. Archer: Food Layered Manufacture: A New Process for Constructing Solid Foods. *Trends in Food Science & Technology*, 2012, 27(2), 66–72.

[34] D.R. Evers, A.T. Potter: Industrial Additive Manufacturing: A Manufacturing Systems Perspective. *Computers in Industry*, 2017, 208–218.

[35] E. Pulatsu, J.-W. Su, J. Lin, M. Lin: Factors Affecting 3D Printing and Post-Processing Capacity of Cookie Dough. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2020, 61, 102316.

- [36] V. Ristić, M. Maksin, J. Bošković, IRASA International Scientific Conference SCIENCE, EDUCATION, TECHNOLOGY AND INNOVATION - Book of Proceedings, IRASA – International Research Academy of Science and Art, Belgrade, 2023.
- [37] A. Bebek Markovinović, P. Putnik, T. Bosiljkov, D. Kostelac, J. Frece, K. Markov, A. Žigolić, J. Kaurinović, B. Pavlić, B. Duralija, S. Zavadlav, D. Bursać Kovačević: 3D Printing of Functional Strawberry Snacks: Food Design, Texture, Antioxidant Bioactive Compounds, and Microbial Stability. *Antioxidants*, 2023, 12(2), 436.
- [38] A. Žigolić: Primjena 3D tiskanja u proizvodnji funkcionalnih proizvoda na bazi jagode (*Fragaria x ananassa* Duch.). Završni rad, Zagreb: Prehrambeno-biotehnološki fakultet, 2023.
- [39] S.D. Hoath: Fundamentals of Inkjet Printing: The Science of Inkjet and Droplets. 1. izd., Wiley-VCH, Weinheim, Germany, 2016.
- [40] J.P. Kruth, G. Levy, F. Klocke, T.H.C. Childs: Consolidation Phenomena in Laser and Powder-Bed Based Layered Manufacturing. *CIRP Annals – Manufacturing Technology*, 2007, 56, 730–759.
- [41] C.I. Millen: The Development of Colour 3D Food Printing System: A Thesis Presented in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree of Master of Engineering in Mechatronics at Massey University, Palmerston North, New Zealand. Massey University, 2012.
- [42] S. Gulzar, J.O. Narciso, P. Elez-Martínez, O. Martín-Belloso, R. Soliva-Fortuny: Recent Developments in the Application of Novel Technologies for the Modification of Starch in Light of 3D Food Printing. *Current Opinion in Food Science*, 2023, 52, 101067.
- [43] B. Pérez, H. Nykvist, A.F. Brøgger, M.B. Larsen, M.F. Falkeborg: Impact of Macronutrients Printability and 3D-Printer Parameters on 3D-Food Printing: A Review. *Food Chemistry*, 2019, 287, 249–257.
- [44] C.F. Guo, M. Zhang, B. Bhandari: A Comparative Study Between Syringe-Based and Screw-Based 3D Food Printers by Computational Simulation. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2019, 162, 397–404.
- [45] S. Zhu, M.A. Stieger, A.J. van der Goot, M.A.I. Schutyser: Extrusion-Based 3D Printing of Food Pastes: Correlating Rheological Properties with Printing Behaviour. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2019, 58, 102214.
- [46] J.Y. Zhang, J.K. Pandya, D.J. McClements, J. Lu, A.J. Kinchla: Advancements in 3D Food Printing: A Comprehensive Overview of Properties and Opportunities. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2021, 62(17), 4752–4768.
- [47] A.F. Ghazal, M. Zhang, Z. Guo: Microwave-Induced Rapid 4D Change in Color of 3D Printed Apple/Potato Starch Gel with Red Cabbage Juice-Loaded WPI/GA Mixture. *Food Research International*, 2023, 172, 113138.
- [48] J.W. Park, S.H. Lee, H.W. Kim, H.J. Park: Application of Extrusion-Based 3D Food Printing to Regulate Marbling Patterns of Restructured Beef Steak. *Meat Science*, 2023, 202, 109203.

- [49] S. Thangalakshmi, V.K. Arora, B.P. Kaur, R. Singh, S. Malakar, S. Rathi, A. Tarafdar: Effect of Steaming as Postprocessing Method on Rice Flour and Jaggery 3D Printed Construct. *Journal of Food Quality*, 2022, 1–8.
- [50] Y. Deng, K. Cheng, X. Shao, X. Dong, H. Jiang, G. Xiao: Effects of Drying Method on the Stability and Quality of 3D Printed Food Products. *Journal of Food Engineering*, 2024, 361, 1060-1067.
- [51] L. Zhong, et al.: Three-Dimensional Food Printing: Its Readiness for a Food and Nutrition Insecure World. *Proceedings of the Nutrition Society*, 2023, 82(4), 468–477.
- [52] P. Phuhongsung, M. Zhang, S. Devahastin, et al.: Defects in 3D/4D Food Printing and Their Possible Solutions: A Comprehensive Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2022, 21, 3455–3479.
- [53] A. Dick, B. Bhandari, S. Prakash: Effect of Reheating Method on the Post-Processing Characterisation of 3D Printed Meat Products for Dysphagia Patients. *LWT – Food Science and Technology*, 2021, 150, 111915.
- [54] S. Hussain, S. Malakar, V.K. Arora: Extrusion-Based 3D Food Printing: Technological Approaches, Material Characteristics, Printing Stability, and Post-Processing. *Food Engineering Reviews*, 2022, 14, 100–119.
- [55] C. Guo, M. Zhang, S. Devahastin: Color/Aroma Changes of 3D-Printed Buckwheat Dough with Yellow Flesh Peach as Triggered by Microwave Heating of Gelatin-Gum Arabic Complex Coacervates. *Food Hydrocolloids*, 2021, 112, 106358.
- [56] M. Waseem, A.U. Tahir, Y. Majeed: Printing the Future of Food: The Physics Perspective on 3D Food Printing. *Food Physics*, 2024, 1, 100003.
- [57] C. He, M. Zhang, Z. Fang: 3D Printing of Food: Pretreatment and Post-Treatment of Materials. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2020, 60, 2379–2392.
- [58] R. Waghmare, D. Suryawanshi, S. Karadbhajne: Designing 3D Printable Food Based on Fruit and Vegetable Products—Opportunities and Challenges. *Journal of Food Science and Technology*, 2022, 60, 1447-1460.
- [59] M.M. Ross, S.V. Crowley, S. Crotty, J. Oliveira, A.P. Morrison, A.L. Kelly: Parameters Affecting the Printability of 3D-Printed Processed Cheese. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2021, 72, 102730.
- [60] Y. Liu, D. Liu, G. Wei, Y. Ma, B. Bhandari, P. Zhou: 3D Printed Milk Protein Food Simulant: Improving the Printing Performance of Milk Protein Concentration by Incorporating Whey Protein Isolate. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2018, 49, 116–126.
- [61] S. Mantihal, S. Prakash, F.C. Godoi, B. Bhandari: Optimization of Chocolate 3D Printing by Correlating Thermal and Flow Properties with 3D Structure Modeling. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2017, 44, 21–29.
- [62] C. Feng, M. Zhang, B. Bhandari, Y. Ye: Use of Potato Processing By-Product: Effects on the 3D Printing Characteristics of the Yam and the Texture of Air-Fried Yam Snacks. *LWT – Food Science and Technology*, 2020, 125, 109265.

- [63] M.S. Huang, M. Zhang, B. Bhandari: Assessing the 3D Printing Precision and Texture Properties of Brown Rice Induced by Infill Levels and Printing Variables. *Food Bioprocess Technology*, 2019, 12, 1185–1196.
- [64] R.-A. Varvara, K. Szabo, D.C. Vodnar: 3D Food Printing: Principles of Obtaining Digitally-Designed Nourishment. *Nutrients*, 2021, 13(10), 3617.
- [65] M. Popa, A. Popa: Consumer Behavior: Determinants and Trends in Novel Food Choice. In: A. McElhatton, P. do Amaral Sobral (eds) *Novel Technologies in Food Science. Integrating Food Science and Engineering Knowledge into the Food Chain*, Springer, New York, NY, 2011, 7, 137-156.
- [66] X. Feng, K. Khemacheevakul, S. De León Siller, J. Wolodko, W. Wismer: Effect of Labelling and Information on Consumer Perception of Foods Presented as 3D Printed. *Foods*, 2022, 11, 809.
- [67] T. Manstan, S.L. Chandler, M.B. McSweeney: Consumers' Attitudes Towards 3D Printed Foods After a Positive Experience: An Exploratory Study. *Journal of Sensory Studies*, 2021, 36, 12619.
- [68] S. Mantihal, S. Prakash, B. Bhandari: Texture-Modified 3D Printed Dark Chocolate: Sensory Evaluation and Consumer Perception Study. *Journal of Texture Studies*, 2019, 50, 386–399.
- [69] D. Lupton, B. Turner: “Both Fascinating and Disturbing”: Consumer Responses to 3D Food Printing and Implications for Food Activism. SSRN Scholarly Paper No. ID 2799191. Rochester, NY: Social Science Research Network, 2016.
- [70] D. Lupton, B. Turner: “I Can’t Get Past the Fact That It Is Printed”: Consumer Attitudes to 3D Printed Food. *Food Culture & Society*, 2018, 21, 402–418.
- [71] Y.K. Lee, Z. Xi, Y.J. Lee, Y.H. Kim, H. Hao, H. Choi, et al.: Computational Wrapping: A Universal Method to Wrap 3D-Curved Surfaces with Non-Stretchable Materials for Conformal Devices. *Science Advances*, 2020, 6(15).
- [72] M.Y. Chang, W.J. Hsia, H.S. Chen: Breaking Conventional Eating Habits: Perception and Acceptance of 3D-Printed Food Among Taiwanese University Students. *Nutrients*, 2024, 16(8), 1162.
- [73] D. Granato, F.J. Barba, D. Bursać Kovačević, J.M. Lorenzo, A.G. Cruz, P. Putnik: Functional Foods: Product Development, Technological Trends, Efficacy Testing, and Safety. *Annual Review of Food Science and Technology*, 2020, 11(1), 93–118.
- [74] T.A. Brunner, M. Delley, C. Denkel: Consumers' Attitudes and Change of Attitude Toward 3D-Printed Food. *Food Quality and Preference*, 2018, 68, 389–396.
- [75] D.N. Cox, G. Evans, H.J. Lease: The Influence of Information and Beliefs About Technology on the Acceptance of Novel Food Technologies: A Conjoint Study of Farmed Prawn Concepts. *Food Quality and Preference*, 2007, 18(5), 813–823.

Popis slika

| | |
|---|----|
| Slika 2.1. Prikaz tehnologije selektivnog laserskog sinteriranja..... | 3 |
| Slika 2.2. Prikaz tehnologije 3D ispisa na bazi ekstruzije | 4 |
| Slika 2.3. Prikaz tehnologije 3D ispisa uz primjenu tekućeg vezivnog sredstva..... | 5 |
| Slika 2.4. Prikaz tehnologije 3D tintnog ispisa..... | 6 |
| Slika 2.5. (a) 3D ispis mesa Jakobove kapice; (b) 3D ispisani uzorci prije prženja; (c) 3D ispisani uzorci nakon prženja..... | 10 |
| Slika 2.6. 3D tiskani gel od soka limuna s različitim postotcima krumpirovog škroba (a) 10% škroba; (b) 12.5% škroba; (c) 15% škroba; (d) 17.5% škroba; (e) 20% škroba | 11 |
| Slika 2.7. Različite potporne strukture 3D objekata od tamne čokolade (a) šesterokutni oblik sa križnim osloncem; (b) šesterokutni oblik sa paralelnim osloncem; (c) šesterokutni oblik bez potpore | 13 |
| Slika 4.1. Prikaz ankete (1. dio)..... | 17 |
| Slika 4.2. Prikaz ankete (2. dio)..... | 17 |
| Slika 4.3. Prikaz ankete (3. dio)..... | 18 |
| Slika 5.1. Obrazovni status ispitanika koji su čuli da postoji 3D ispisana hrana | 20 |

Popis tablica

| | |
|---|----|
| Tablica 2.1. Utjecaj fizikalnih i senzorskih svojstava na postavke 3D printera | 8 |
| Tablica 5.1. Prosječan spol svih ispitanika | 19 |
| Tablica 5.2. Prosječni radni status svih ispitanika | 19 |
| Tablica 5.3. Odgovori na pitanje <i>Jeste li čuli da postoji 3D ispisana hrana?</i> | 20 |
| Tablica 5.4. Radni status ispitanika i svjesnost o postojanju 3D printane hrane | 21 |
| Tablica 5.5. Zadržavanje čestice po latentnoj varijabli | 21 |



IZJAVA O AUTORSTVU

Završni/diplomski/specijalistički rad isključivo je autorsko djelo studenta koji je isti izradio te student odgovara za istinitost, izvornost i ispravnost teksta rada. U radu se ne smiju koristiti dijelovi tuđih radova (knjiga, članaka, doktorskih disertacija, magistarskih radova, izvora s interneta, i drugih izvora) bez navođenja izvora i autora navedenih radova. Svi dijelovi tuđih radova moraju biti pravilno navedeni i citirani. Dijelovi tuđih radova koji nisu pravilno citirani, smatraju se plagijatom, odnosno nezakonitim privsavanjem tuđeg znanstvenog ili stručnoga rada. Sukladno navedenom studenti su dužni potpisati izjavu o autorstvu rada.

Ja, Bojan Mumlek (*ime i prezime*) pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor/ica završnog/diplomskog/specijalističkog (*obrisati nepotrebno*) rada pod naslovom Potrošačka percepcija aditivne tehnologije 3D ispisa (*upisati naslov*) te da u navedenom radu nisu na nedozvoljeni način (bez pravilnog citiranja) korišteni dijelovi tuđih radova.

Student/ica:
(*upisati ime i prezime*)

Mumlek
(vlastoručni potpis)

Sukladno članku 58., 59. i 61. Zakona o visokom obrazovanju i znanstvenoj djelatnosti završne/diplomske/specijalističke radove sveučilišta su dužna objaviti u roku od 30 dana od dana obrane na nacionalnom repozitoriju odnosno repozitoriju visokog učilišta.

Sukladno članku 111. Zakona o autorskom pravu i srodnim pravima student se ne može protiviti da se njegov završni rad stvoren na bilo kojem studiju na visokom učilištu učini dostupnim javnosti na odgovarajućoj javnoj mrežnoj bazi sveučilišne knjižnice, knjižnice sastavnice sveučilišta, knjižnice veleučilišta ili visoke škole I/II na javnoj mrežnoj bazi završnih radova Nacionalne i sveučilišne knjižnice, sukladno zakonu kojim se uređuje umjetnička djelatnost i visoko obrazovanje.

Generic Checker

POTROŠAČKA PERCEPCIJA ADITIVNE TEHNOLOGIJE 3D ISPISA

-  POTROŠAČKA PERCEPCIJA ADITIVNE TEHNOLOGIJE 3D ISPISA
-  General check
-  University North

Document Details

Submission ID

trn:oid::1:2998869059

Submission Date

Sep 5, 2024, 1:07 PM GMT+2

Download Date

Sep 5, 2024, 1:10 PM GMT+2

File Name

Zavr_ni_rad_-_3DP_MUMLEK-verzija_-_final.docx

File Size

2.4 MB

41 Pages

7,949 Words

47,194 Characters




4% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography
- Quoted Text

Top Sources

- 4%  Internet sources
- 0%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags




0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Top Sources

- 4%  Internet sources
- 0%  Publications
- 0%  Submitted works (Student Papers)

Top Sources

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

| | | | |
|---|----------|----------------------------|----|
| 1 | Internet | repozitorij.pbf.unizg.hr | 3% |
| 2 | Internet | www.researchgate.net | 0% |
| 3 | Internet | link.springer.com | 0% |
| 4 | Internet | www.zadarskilist.hr | 0% |
| 5 | Internet | repozitorij.ktf-split.hr | 0% |
| 6 | Internet | repozitorij.svkst.unist.hr | 0% |
| 7 | Internet | repozitorij.unin.hr | 0% |
| 8 | Internet | repozitorij.unios.hr | 0% |