

# Analiza učinkovitosti rada panela pri senzorskoj procjeni meda

---

Ljubić, Mihaela

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

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

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:159:507458>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-12**



*Repository / Repozitorij:*

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



**Sveučilište u Zagrebu**  
**Prehrambeno-biotehnološki fakultet**  
**Preddiplomski studij Nutricionizam**

**Mihaela Ljubić**

7411/N

**ANALIZA UČINKOVITOSTI RADA PANELA PRI  
SENZORSKOJ PROCJENI MEDA**

**ZAVRŠNI RAD**

**Predmet:** Senzorske analize hrane

**Mentor:** Dr. sc. Saša Drakula

**Zagreb, 2021.**

# TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Završni rad

Sveučilište u Zagrebu  
Prehrambeno-biotehnološki fakultet  
Preddiplomski sveučilišni studij Nutricionizam

Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda  
Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti  
Znanstveno polje: Nutricionizam

**Analiza učinkovitosti rada panela pri senzorskoj procjeni meda**

*Mihaela Ljubić, 0058210819*

**Sažetak:** Senzorsku analizu provodi senzorski panel i potrebno je provjeravati učinkovitost njegovog rada. Cilj ovog rada bio je analizirati učinkovitost rada senzorskog panela pri ocjenjivanju 6 uzoraka meda pomoću računalnog programa Red Jade. Kao parametri učinkovitosti rada svakog panelista i panela u cjelini, određeni su sposobnost razlikovanja uzoraka, standardna devijacija, *crossover*, korištena pozicija na ljestvici i korišten raspon ljestvice. S obzirom na dobivene rezultate i postavljene kriterije prihvatljivosti može se zaključiti da je panel u cjelini imao dobru izvedbu te da nije potreban dodatni trening. Program Red Jade je vrlo koristan u procjeni učinkovitosti rada panela budući da pomaže utvrditi parametre problematične za panel, opsežno statistički obrađuje izvedbu svakog panelista i predlaže određene intervencije ukoliko su potrebne.

**Ključne riječi:** med, senzorska analiza, učinkovitost rada panela

**Rad sadrži:** 34 stranice, 8 slika, 17 tablica, 16 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je u tiskanom i elektroničkom obliku pohranjen u knjižnici Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** Dr. sc. Saša Drakula

**Datum obrane:** 8. srpnja 2021.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

Bachelor thesis

**University of Zagreb**  
**Faculty of Food Technology and Biotechnology**  
**University undergraduate study Nutrition**

**Department of Food Quality Control**  
**Laboratory for Food Quality Control**

**Scientific area: Biotechnical Sciences**  
**Scientific field: Nutrition**

### **Analysis of panel performance in sensory evaluation of honey**

***Mihaela Ljubić, 0058210819***

**Abstract:** Sensory analysis is carried out by a sensory panel whose performance needs to be verified. The aim of this study was to analyze the performance of the sensory panel in evaluating 6 honey samples using the software Red Jade. Determined performance parameters of each panelist and the panel were discrimination, standard deviation, crossover, scale position usage and scale range usage. Based on the results obtained and the acceptance criteria defined, it can be concluded that the panel performed well and no additional training was required. The Red Jade software is very useful in evaluating panel performance as it helps to determine the parameters that are problematic for the panel, provides comprehensive statistical analysis of each panelist's performance, and suggests specific interventions if needed.

**Keywords:** honey, panel performance, sensory analysis

**Thesis contains:** 34 pages, 8 figures, 17 tables, 16 references

**Original in:** Croatian

**Thesis is in printed and electronic form deposited in the library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, University of Zagreb, Kačićeva 23, 10 000 Zagreb**

**Mentor:** PhD Saša Drakula

**Defence date:** July 8th, 2021.

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD.....</b>	<b>1</b>
<b>2. TEORIJSKI DIO .....</b>	<b>2</b>
2.1. Senzorska analiza i senzorski panel .....	2
2.1.1. Prikupljanje kandidata za rad u panelu .....	3
2.1.2. Protokoli u odabiru kandidata .....	4
2.1.3. Odabir kandidata za testove razlika .....	5
2.1.4. Odabir kandidata za opisne testove .....	5
2.1.5. Trening senzorskog panela.....	7
2.1.6. Rad panela i praćenje njegove učinkovitosti .....	8
2.1.7. Mogući izvori pogreške u radu panela .....	9
2.1.8. Procjena učinkovitosti rada panela.....	10
2.1.9. Alternative senzorskom panelu .....	10
2.2. Med .....	11
2.2.1. Monoflorni i multiflorni medovi .....	12
2.2.2. Sklonost meda kristalizaciji.....	12
2.2.3. Senzorska svojstva meda .....	13
<b>3. EKSPERIMENTALNI DIO .....</b>	<b>14</b>
3.1. Materijali .....	14
3.2. Metode rada.....	14
<b>4. REZULTATI I RASPRAVA.....</b>	<b>19</b>
<b>5. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>32</b>
<b>6. POPIS LITERATURE .....</b>	<b>33</b>

# 1. UVOD

Svaki dan ljudi nesvjesno obavljaju senzorsku analizu proizvoda. Bilo da isprobavaju novu čokoladu ili kušaju ručak da provjere okus, oni koriste svoja osjetila i tvore mišljenja o nekom proizvodu. Tu se naravno radi o osobnim preferencijama svakog čovjeka. Razvojem industrije došlo je do potrebe za standardiziranjem senzorske analize proizvoda. Za potrebe prehrambene industrije došlo je do razvoja objektivnih metoda senzorske analiza. Samo objektivnim metodama analize mogu se dobiti podaci po kojima se proizvodi mogu kasnije vrednovati i uspoređivati. Analize temeljene na osobnim preferencijama čovjeka još uvijek su se zadržale u cilju ispitivanja mišljenja potrošača o određenom proizvodu.

Senzorski panel za objektivne analize čini skupina školovanih senzorskih analitičara. Kao i svaki mjerni instrument, da bi davao dobre rezultate panel treba biti „umjeren“. Stoga se javila potreba za razvojem metoda kojima je moguće procijeniti učinkovitost rada panela i pronaći načine kako da se sposobnosti panelista unaprijede. Danas postoje računalni programi poput Red Jadea i Panel Checka koji se koriste u tu svrhu.

Cilj ovog rada bio je ispitati učinkovitost rada panela pri senzorskoj analizi meda uz pomoć programa Red Jade. Senzorska analiza uključivala je ocjenjivanje čistoće, bistrine, okusa, mirisa i boje 6 uzoraka meda.

## 2. TEORIJSKI DIO

### 2.1. Senzorska analiza i senzorski panel

Senzorska analiza je znanstvena disciplina koja potiče, mjeri, analizira i interpretira reakcije na ona svojstva hrane i tvari koje se zapažaju putem osjetila vida, mirisa, okusa, dodira i sluha (Sensory Evaluation Division, 1975).

Osnovne vrste testova u senzorskoj analizi su testovi razlika, opisni testovi i testovi sklonosti. Testovi razlika su tipovi testova koji odgovaraju na pitanje razlikuju li se ponuđeni proizvodi. Neki od najkorištenijih testova razlika su testovi upoređenja u paru, duo-trio test, triangl test, test razlike od kontrolnog, testovi razlika u obilježjima i testovi nizanja parova. Opisni testovi daju odgovor na pitanje kako se proizvodi razlikuju u određenim senzorskim svojstvima. Opisni testovi obuhvaćaju prepoznavanje i opis svih svojstava jednog proizvoda koja se mogu opisivati riječima ili pozicioniranjem na već pripremljenim ljestvicama. Panelisti koji sudjeluju u opisnim testovima prethodno moraju proći trening na kojem se upoznaju s rječnikom senzorskih pojmova. Testovi sklonosti daju odgovor na to u kojoj su mjeri proizvodi prihvatljivi i koji su više ili manje preferirani. Testovi sklonosti u najvećoj mjeri služe za prikupljanje mišljenja potrošača. Kvalitativni testovi sklonosti mjere subjektivne doživljaje potrošača, a najčešće se provode u obliku fokus grupe. Kvantitativni testovi sklonosti se mogu koristiti za prikupljanje podataka od velikih skupina potrošača putem upitnika, a najčešće se radi o testovima preferencije i testovima prihvaćanja (Lawless i Heymann, 2010; Vahčić i sur., 2017).

Senzorski panel je grupa ocjenjivača koja sudjeluje u senzorskim analizama (ISO 5492:2008). Panel je ključan za senzorsku analizu, istraživanje i razvoj proizvoda te kontrolu kvalitete. Prije formiranja i treninga panela treba odrediti cilj rada panela. Panel može sudjelovati u razvoju novog proizvoda, raditi usporedbe među proizvodima te bolje približiti potrošačke preferencije proizvođačima. Panel je važan u kontroli kvalitete proizvoda, provjerava stabilnost svojstava proizvoda tijekom skladištenja i testira senzorska svojstva proizvoda nakon promjene sirovine ili proizvodnog procesa (Vahčić i sur., 2017).

### 2.1.1. Prikupljanje kandidata za rad u panelu

Prvi korak u formiranju panela je pronaći prikladne kandidate. Senzorski panel se najčešće sastoji od 10 do 15 članova. Kada se rade istraživanja na potrošačima potrebno je najmanje 100 do 150 potrošača radi boljeg uvida u preferencije istih. Panelisti mogu biti zaposlenici tvrtke ili odabrani ljudi izvana. Ako se za senzorski panel biraju zaposlenici tvrtke, preporuča se da to ne budu iste osobe koje su izravno uključene u proizvodnju i razvoj proizvoda koji će se analizirati zbog isključenja moguće pristranosti pri ocjenjivanju uzoraka. Ukoliko se kandidati za panel traže izvan okvira tvrtke oni moraju biti informirani o nekim detaljima studije i osobnoj dobiti od istraživanja, kao što su novac ili novo znanje. Također, prije i tijekom treninga i samog rada u panelu, panelistima treba davati jasne upute o tome što se od njih očekuje i koje su njihove obaveze. Dobro je predstaviti i vrijeme koje će biti potrebno za odabir kandidata, trening panela te koliko će radnih sati tjedno obuhvaćati rad u senzorskom panelu. Neke tvrtke same traže kandidate za panel, a neke se služe uslugama agencija. Panel mora imati voditelja koji može biti dio panela, a i ne mora. U ulozi voditelja panela je senzorski stručnjak (Meilgaard i sur., 2016; Tormod i sur., 2010).

Važno je imati velik broj kandidata za senzorski panel jer će se kroz trening njihov broj smanjivati. Rani odabir kandidata treba isključiti kandidate koji su pretjerano zaposleni, imaju zdravstvene probleme ili neke druge razloge zbog kojih se ne bi mogli posvetiti radu u panelu u dovoljnoj mjeri. Zatim kandidati prolaze niz testova koji imaju zadatak isključiti one koji ne posjeduju vještine potrebne za rad u budućem panelu. Ti testovi trebaju uključivati vrstu proizvoda koju će panel senzorski procjenjivati te obuhvatiti metode koje se planiraju koristiti pri senzorskoj procjeni istih. Takvi preliminarni testovi bi trebali razdijeliti kandidate na osnovu njihove sposobnosti prepoznavanja i opisivanja određenih svojstava proizvoda te rangiranja istih svojstava po intenzitetu na određenim ljestvicama. U tu svrhu provode se testovi odabiranja/uspoređivanja, testovi prepoznavanja/razlikovanja te testovi nizanjanja/ svrstavanja (Meilgaard i sur., 2016; Tormod i sur., 2010).

Kandidati izabrani za rad u panelu moraju proći odgovarajući trening u kojemu će se usavršiti njihove sposobnosti potrebne za rad u panelu. Kada se kandidati skupe na mjesto predviđeno za testove odabira, voditelji treninga provjeravaju kandidate i isključuju one koji taj dan pate od prehlade, glavobolje, manjka sna ili sličnih stanja koji bi mogli utjecati na njihovu senzorsku procjenu. Na početku odabira se kandidate poučava pravilnim protokolima za rukovanje uzorcima koji će biti predmet analize. Potrebno je isticati važnost poštivanja protokola testa, čitanja svih uputa i bezuvjetno poštivanje istih. Kandidate treba upoznati s pojmom senzorske



adaptacije i načinima eliminacije ili smanjenja te pojave. Također dobro je povremeno podsjetiti kandidate da se ne radi o osobnim preferencijama, već o prepoznavanju razlika i opisivanju svojstava. Potrebno je obratiti pažnju na ponašanje kandidata koji sudjeluju u testovima odabira. Neki kandidati mogu biti zbunjeni, nakon nekog vremena gubiti volju i zanimanje ili ih mogu zaokupiti drugi problemi. Voditelj panela u odabiru kandidata trebao bi obratiti pažnju na volju kandidata za duljim radom u panelu ukoliko je to potrebno. Dobar kandidat za panel se mora moći prilagoditi i drugim uvjetima senzorskih ispitivanja. Znanja usvojena pri odabiru i treningu za senzorsku analizu nekog proizvoda, trebao bi znati upotrijebiti i prilagoditi se mogućoj promjeni vrste analiziranog proizvoda i njegovih svojstava (Meilgaard i sur., 2016; Tormod i sur., 2010).

### 2.1.2. Protokoli u odabiru kandidata

Cilj testova pri odabiru kandidata je odrediti razliku između kandidata prema njihovoj sposobnosti da prepoznaju razlike između uzoraka i prepoznaju razlike u intenzitetu nekog svojstva proizvoda. Osim samog prepoznavanja razlika i njihovom intenzitetu, ukoliko je potrebno kandidati se mogu rangirati i prema sposobnosti da opišu svojstva proizvoda te prema korištenju ljestvice intenziteta razlika u svojstvima (Vahčić i sur., 2017).

Važno je da voditelj panela na vrijeme prepozna imaju li svi kandidati volju za puno sudjelovanje u treningu, vježbama i svim narednim fazama senzorskog ispitivanja. Kandidati moraju biti dostupni barem 80 % predviđenog vremena za sve faze istraživanja. Neki potencijalni problem može uzrokovati otpadanje jednog kandidata iz panela od 10 – 15 ljudi, što može biti značajno za rad panela. Kandidati trebaju biti u dobrom zdravstvenom stanju i ne bi smjeli imati bolesti koje mogu utjecati na osjetila kao dijabetes, hipertenzija, problemi usne šupljine, alergije na hranu, kronični problemi sa sinusima, problemi s centralnim živčanim sistemom ili smanjenu osjetljivost živaca zbog korištenja nekih lijekova. Za postizanje dobrog panela potrebno je mnogo vremena i angažmana senzorskih stručnjaka pa je bolje u ranijim fazama istraživanja odraditi opsežan proces procjene prikladnosti kandidata za panel, nego uzeti određen broj nekvalificiranih osoba i učiti ih svemu ispočetka (Meilgaard i sur., 2016).

### 2.1.3. Odabir kandidata za testove razlika

Testovi za odabir kandidata bi trebali izdvojiti kandidate s najboljim sposobnostima prepoznavanja razlika u svojstvima proizvoda i prepoznavanju razlika u intenzitetu nekog svojstva kod proizvoda. Testovima odabiranja/uspoređivanja provjerava se sposobnost kandidata da prepozna razlike u svojstvima pri jakim intenzitetima. Pred kandidate se može postaviti 4 do 6 uzoraka koje moraju povezati s pojmovima koji su im predloženi na papiru. Ukoliko je potrebno, može se provesti više ponavljanja testova za više uzoraka dok kandidati uspješno ne upare uzorke s pojmovima. U tu svrhu se često koriste otopine okusa u vodi ili neki poznati mirisi. Testovi prepoznavanja/razlikovanja pomažu otkriti sposobnost kandidata da prepozna razlike između jako sličnih proizvoda. Moguće je kandidatima postaviti triangl i duo trio test. Kod triangl testa kandidat ima zadatak od tri kodirana uzorka otkriti koji se razlikuje od ostala dva koja su identična. Kod duo trio testa kandidatima su ponuđena tri uzorka, jedan kontrolni i dva kodirana uzorka. Kandidat mora otkriti koji od kodiranih uzoraka se razlikuje od kontrolnog. Testovi nizanja/svrstavanja služe za odabir kandidata koji prepoznaju razlike u intenzitetu predloženih svojstava. Ljestvica prema kojoj kandidati rangiraju intenzitet određenog svojstva treba biti što sličnija onoj na senzorskoj analizi. Najčešće se kandidatima predloži niz uzoraka u nasumičnom poretku koje moraju poredati po rastućem ili padajućem intenzitetu nekog svojstva (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

Prihvatljivima se smatraju kandidati koji su na testovima uparivanja imali više od 75 % točnih odgovora. Kod triangl testova odbacuju se kandidati s manje od 60 % točnih odgovora na lakšem i 40 % točnih odgovora na težem testu. Kod duo-trio testova odbacuju se kandidati s manje od 75 % točnih odgovora na lakšim i 60 % točnih odgovora na težim testovima. Kod testova rangiranja prihvaćaju se kandidati koji su u nizanju napravili pogrešku samo između uzoraka susjednih po intenzitetu svojstva (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

### 2.1.4. Odabir kandidata za opisne testove

Mogućnost detekcije i opisa razlika, mogućnost primjene apstraktnih koncepata i pozitivan odnos prema radu i zadacima mogu biti procijenjeni nizom testova koji uključuju preliminarni upitnik, testove točnosti, testove nizanja/svrstavanja i osobni intervju (Meilgaard i sur., 2016).

Kandidati sudjeluju u preliminarnom upitniku koji je pripremljen za određenu vrstu proizvoda koja će se istraživati. Od početnih 40 – 50 kandidata obično se njih 20 – 30 odabere za sljedeći stupanj testiranja, a to je test točnosti (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

Za kvalifikaciju za test točnosti kandidati moraju pokazati da su sposobni prepoznati i opisati svojstva proizvoda te prepoznati i opisati intenzitet razlika u svojstvima. Iako testovi detekcije (kao duo-trio testovi) mogu izdvojiti grupu kandidata koja može prepoznati male razlike u proizvodima, samo prepoznavanje nije dovoljno za opisni panel. Kandidat mora moći adekvatno odrediti i opisati neka ključna senzorska svojstva te pokazati sposobnost ispravnog korištenja ljestvice ocjenjivanja njihovog intenziteta. Voditelj panela prezentira niz uzoraka koji predstavljaju glavna svojstva te vrste proizvoda u obliku triangl ili duo-trio testova. Prvo se pokazuju lakši primjeri, a zatim slijede teži. Odabiru se kandidati koji ostvare 50 % do 60 % točnih odgovora kod triangl testa te 70 % do 80 % točnih odgovora kod duo-trio testa, ovisno o težini testova. Voditelj panela zatim predstavlja proizvode s različitim svojstvima kao npr. različite teksture proizvoda i zahtjeva od kandidata da opišu osjetilni dojam. Ovisno o zahtjevima voditelja panela, kandidati se izražavaju svojim riječima ili ih se upoznaje s nekim izrazima poželjnim za opisivanje tog svojstva. Trebaju točno opisati 80 % svojstava proizvoda (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

Kandidati koji su dospjeli do testova nizanja/svrstavanja zatim rade senzorsko ispitivanje na vrsti proizvoda koju će konačni panel ispitivati. Kandidati pri tome rangiraju više proizvoda na osnovu nekog svojstva. Uvod testovima nizanja/svrstavanja može biti prikazivanje nekih uzoraka koji imaju rastući intenzitet nekog svojstva, npr. okusa, mirisa ili teksture. Ovaj test prolaze kandidati koji pravilno poredaju 80 % svojstava uzoraka (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

Osobni intervju je važan za određivanje uklapa li se kandidat u dinamiku grupe. Kandidati koji su prošli prethodne testove pristupaju pojedinačnom razgovoru s voditeljem panela pri kojem voditelji panela trebaju potvrditi njegovo zanimanje za trening i rad u panelu, dostupnost za rad zbog drugih obaveza, komunikacijske sposobnosti i karakter. Kandidati koji pokažu slabo zanimanje za cjelokupni projekt, oni s negativnim stavom ili izrazito povučeni kandidati trebaju biti isključeni kako ne bi utjecali na grupnu dinamiku (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

Ponekad se kandidati dalje upućuju na testove oponašanja panela gdje moraju ocijeniti i komentirati dva ili više proizvoda. Vođa panela tada pokreće raspravu rezultata gdje svaki panelist usmeno iskazuje svoju doživljaj tog proizvoda. Promatranje ponašanja kandidata je

korisno jer pokazuje koji kandidati imaju najbolje sposobnosti rada u timu, iskazuju najjasnije svoje ideje i sudjeluju u raspravi oko različitih doživljaja određenog osjeta. Kandidati koji su zadovoljili sve prethodno navedene testove postaju članovi senzorskog panela. Nakon opsežnog odabira kandidata, nastavljaju se redovni treninzi panela (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

### 2.1.5. Trening senzorskog panela

Trening panela je niz zasjedanja u kojima su panelisti orijentirani prema rješavanju zadataka, prilikom čega se mogu razmatrati bitna svojstva proizvoda, standardne bodovne ljestvice, metode ocjenjivanja i nazivlje (ISO 5492:2008).

Senzorskom panelu je važno osigurati okružje u kojem će razvijati sposobnosti i stjecati samopouzdanje. Tijekom svih faza treninga panelisti se trebaju nakon rada sastati i raspraviti rezultate te riješiti potencijalne probleme. Važno je da panel radi na razvoju zajedničke terminologije, procjena i tehnika rangiranja čime se sve više usklađuju. Zahtjevi za treningom kod većine proizvoda iznose 40 – 120 sati. Potrebno vrijeme treninga ovisi o kompleksnosti proizvoda, npr. pivo i vino zahtijevaju duže vrijeme treninga. Ono također ovisi i o broju svojstava proizvoda na koje će se obratiti pažnja pri senzorskoj analizi. Ako su rezultati rada panela iznimno važni za daljnji razvoj proizvoda, onda se moraju se moći validirati i ponoviti. U tom slučaju panelisti zahtijevaju duže vrijeme treninga kako bi bili iskusniji i bolje pripremljeni (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

Trening panela za testove razlika započinje prezentiranjem uzoraka s velikim, lako prepoznatljivim razlikama. Isti testovi se zatim ponavljaju s nešto manjim, ali ipak prepoznatljivim razlikama. Ponavljanjem testova više puta članovi panela dobivaju veće samopouzdanje. U malim koracima panelistima se predstavljaju određena svojstva proizvoda koji će se analizirati. Članove panela se pomnije upoznaje s terminologijom kojom će se koristiti u opisivanju određenih razlika u svojstvima te ljestvicama intenziteta (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

Tijekom ranih faza treninga panela za opisne testove panelistima se predstavljaju ključna svojstva proizvoda na koja će obratiti pažnju. Tim voditelja treninga panela bi trebao pripremiti prototip proizvoda ili prikupiti nekoliko proizvoda iste vrste kojima bi se predstavila slična svojstva koje će se promatrati kod kasnijih proizvoda. Panel se u naprednijim fazama treninga

treba upoznati s kemijskim i fizikalnim principima koji utječu na doživljaj proizvoda. Ova faza treninga obično traje 15 – 20 sati. U njoj panelisti trebaju usvojiti terminologiju kojom se opisuju izgled, okus, tekstura i druga svojstva (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

Metoda ocjenjivanja proizvoda predstavlja se u prvih 10 – 20 sati treninga. Koristeći proizvode koji imaju različite intenzitete određenog svojstva, paneliste se uči prepoznavati senzorska svojstva proizvoda, ali i rangirati proizvode po intenzitetu istih. Korištenje ljestvice intenziteta pomaže da panelisti počnu doživljavati proces senzorske analize kao standardizirano korištenje izraza i vrijednosti koje definiraju određeni proizvod (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

Nakon što je panel kroz trening savladao osnovnu terminologiju i ljestvice intenziteta, voditelj panelu prezentira niz uzoraka koje moraju pojedinačno procijeniti, a koji predstavljaju širok spektar svojstava i razlika među njima. Takvi uzorci pokazuju panelistima da su opisi i ljestvice intenziteta s kojima su se već susreli primjenjivi u senzorskoj procijeni svih proizvoda. Pred paneliste se zatim stavljaju proizvodi s malim razlikama u svojstvima i njihovom intenzitetu. Tada se za procjenu moraju koristiti specifičniji izrazi da bi se mogla opisati i rangirati svojstva. Ova faza treninga zahtijeva 10 – 15 sati rada (Meilgaard i sur., 2016; Vahčić i sur., 2017).

Tijekom zadnje faze treninga koja traje 15 – 40 sati, panel nastavlja senzorski ispitivati proizvode. Ova faza treba biti što sličnija pravom senzorskom ispitivanju koje će panel kasnije provoditi (Meilgaard i sur., 2016).

### 2.1.6. Rad panela i praćenje njegove učinkovitosti

Svaki mjerni instrument treba redovito provjeravati. Senzorski panel se podrazumijeva instrumentom za senzorsku analizu pa se i članove panela redovito provjerava kako bi se dokazalo da obavljaju svoju dužnost pravilno i dosljedno. Voditelj panela treba jasno postaviti granice prihvatljivog i neprihvatljivog ponašanja, a u protivnom se panel može raspasti. Poželjno je odmah postaviti neke smjernice za paneliste. Važno je naći način da se održi interes i motivacija panelista za duži period vremena, koliko obično traje senzorsko ispitivanje (Meilgaard i sur., 2016).

Panelisti imaju i druge obaveze koje mogu utjecati na njihovu izvedbu. Jedan od najvećih motivatora kod panelista je spoznaja da rade smislen posao. Nakon završetka projekta dobro je da budu informirani o rezultatima istraživanja i kako su oni pridonijeli odlukama vezanim uz

određeni proizvod. Povratna informacija nakon svakog testa također pomaže u motiviranju panelista te se rijetko događa da se panelist obeshrabri ako su mu rezultati lošiji od ostatka panela. Panelisti često u obzir uzimaju kompleksnost testa i žele učiti na svojim greškama. Dobro je i grafički prikazivati skladnost panela i izvedbu svakog panelista u usporedbi s drugima. Osim psihološke nagrade u vidu povratnih informacija, motivaciji i entuzijazmu panelista pridonosi i sistem nagrađivanja. Nagrade se mogu dobivati za redovno sudjelovanje u radu panela ili za dobru izvedbu na njemu. Nagrade poput grickalica, proizvoda tvrtke ili bonova se često koriste (Meilgaard i sur., 2016).

### 2.1.7. Mogući izvori pogreške u radu panela

Članovi senzorskog panela prolaze opsežne treninge, ali i dalje njihovi rezultati mogu biti pod utjecajem vanjskih faktora koji mogu uzrokovati pogrešne procjene. Prag osjetljivosti za određena svojstva razlikuje se kod ljudi što ponekad povećava subjektivnost rezultata. Što je senzorski prag niži, razina osjetljivosti je veća. Problemi i umor na poslu mogu utjecati na izvedbu članova panela koji su zaposlenici tvrtke gdje sudjeluju u senzorskim analizama. Svakodnevna analiza većeg broja uzoraka može voditi brzom senzorskom zamoru. Zamor osjetila koji se javlja pri senzorskoj analizi je prilagodba mozga. Senzorska analiza koristi raspon ljudskih osjetila kao višenamjenski instrument te se mozak određenim prilagodbama štiti od preopterećenja. Senzorske analize često zahtijevaju uključivanje velikog broja osjetila pa je teško pronaći univerzalne načine smanjivanja zamora. Zadatak voditelja panela ili organizatora senzorskog ispitivanja je pronaći najbolje načine smanjenja senzorske adaptacije karakteristične za analizu koja se provodi. Kod senzorskih analiza koje zahtijevaju osjetilo okusa, panelistima se između uzoraka može davati voda, kruh ili krekeri radi otklanjanja ostataka uzorka sokusnih pupoljaka. Kod nekih vrsta proizvoda se savjetuje da se ispitivani uzorci ne gutaju. Iako su pri senzorskoj analizi prema standardima preporučene bijele pregrade i stolovi, postoje istraživanja koja ukazuju na to da drvene podloge uzrokuju manji zamor oka i pomažu održati bolju koncentraciju kod panelista. Kada dođe do zamora oka panelisti brzo gube koncentraciju i subjektivne preferencije sve više utječu na senzorsku analizu (Hirata i sur., 2017; Njoman i sur., 2017).

### 2.1.8. Procjena učinkovitosti rada panela

Voditelj panela mora imati mjerilo izvedbe svakog panelista i panela u cjelini pri čemu se provjerava točnost odgovora. U nekim testovima poput trianagl i duo-trio testa voditelj panela zna koji je točan odgovor i može znati broj točnih odgovora za svakog panelista. Panelisti se mogu rangirati i po ostvarenom broju bodova na osnovu težine svakog testa. Panel u cjelini se može procijeniti usporedbom rezultata panela s instrumentalnim podacima ili s drugim panelom. Mogućnost ponavljanja testa ili pouzdanost panela se može provjeriti tako da se pred pojedinog panelista ili cijeli panel ponovno stavi neki prethodno rađeni test ili korištenjem slijepa probe. Nadalje, uvijek valja provjeravati pristranost i preciznost panela. Dobar panel ima nisku pristranost i varijabilnost (Meilgaard i sur., 2016).

Praćenjem statistike učinkovitosti rada panela kroz dulje vrijeme mogu se identificirati panelisti koji trebaju ponovni trening ili usklađivanje s ostatkom panela. Dobar član panela mora moći prepoznati malu razliku u svojstvu nekog proizvoda ukoliko ona postoji. S većom preciznošću i točnošću procjene razlika povećava se i osjetljivost panelista. Dosljednost panelista nužna je pri analizi svakog proizvoda. Preciznost se određuje računanjem standardne devijacije panelista naspram ukupnog panela. Prikupljene podatke nakon senzorske analize najučinkovitije je obraditi statističkom metodom analize varijance (ANOVA) u kombinaciji s post hoc testom poput Duncan, Newman-Keuls i Tukey testa. Navedena statistička obrada olakšava identifikaciju i kvantifikaciju faktora koji utječu na rad panela. Voditelju panela posao olakšavaju mnogi programi razvijeni u cilju kontrole rada senzorskog panela poput Red Jadea i Panel Checka. Osim praćenja statistike učinkovitosti rada panelista u jednom panelu, moguće je usporediti rad i učinkovitost i više senzorskih panela. Danas mnoge veće tvrtke razvijaju svoje metode i programe kontrole učinkovitosti rada senzorskog panela (Vahčić i sur., 2017; Tormod i sur., 2010; Tomic i sur., 2010).

### 2.1.9. Alternative senzorskom panelu

Panel se, zbog svoje cijene i vremena koje zahtjeva, pokušava zamijeniti određenim uređajima. Neki od razvijenih uređaja su e-jezik (eng. *e-tongue*) i e-nos (eng. *e-nose*). Uređaji za senzorsku procjenu imaju svoje prednosti poput mogućnosti korištenja u nekim etički upitnim istraživanjima, kao što je testiranje okusa lijekova za djecu. Također mogu biti dobar način sužavanja odabira uzoraka proizvoda koje će se dati na ispitivanje senzorskom panelu.

Ljudska osjetila su previše kompleksna da bi se u potpunosti mogla zamijeniti postojećim uređajima, no znanstvenici vjeruju da se u budućnosti može razviti uređaj poput e-nosa koji bi mogao potpuno zamijeniti senzorski panel u prehrambenoj industriji (Guedes i sur., 2021; Zhong, 2019).

## 2.2. Med

Med jest prirodno sladak proizvod što ga medonosne pčele (*Apis mellifera*) proizvode od nektara medonosnih biljaka ili sekreta živih dijelova biljaka ili izlučevina kukaca koji sišu na živim dijelovima biljaka, koje pčele skupljaju, dodaju mu vlastite specifične tvari, pohranjuju, izdvajaju vodu i odlažu u stanice saća do sazrijevanja (Pravilnik o medu, 2015).

Osnovne podjele meda su prema podrijetlu i prema načinu proizvodnje i prezentiranja. Prema podrijetlu se dijeli na:

- cvjetni ili nektarni med, koji je dobiven od nektara biljaka,
- medljikovac ili medun koji je uglavnom dobiven od izlučevina kukaca (*Hemiptera*) koji žive na živim dijelovima biljaka ili od sekreta živih dijelova biljaka.

Prema načinu proizvodnje ili prezentiranja dijeli se na:

- med u saću je med kojeg skladište pčele u stanicama svježe izgrađenog saća bez legla ili u satnim osnovama izgrađenim isključivo od pčelinjeg voska koji se prodaje u poklopljenom saću ili u sekcijama takvog saća,
- med sa saćem ili dijelovima saća je med koji sadrži jedan ili više proizvoda kao prethodno naveden med u saću,
- cijedeći med koji se dobiva ocjeđivanjem otklopljenog saća bez legla,
- vrcani med se dobiva vrcanjem (centrifugiranjem) otklopljenog saća bez legla,
- prešani med je med dobiven prešanjem saća bez legla, sa ili bez korištenja umjerene temperature koja ne smije preći 45 °C,
- filtrirani med je med dobiven na način koji tijekom uklanjanja stranih anorganskih ili organskih tvari dovodi do značajnog uklanjanja peludi (Pravilnik o medu, 2015).



### 2.2.1. Monoflorni i multiflorni medovi

Cvjetni ili nektarni med može se podijeliti na monoflorne i multiflorne medove.

Monoflorni med je onaj koji u netopljivom sedimentu sadrži najmanje 45 % peludnih zrnaca iste biljne vrste s izuzecima pitomog kestena (*Castanea sativa*) gdje udjel peludnih zrnaca u netopivom sedimentu iznosi najmanje 85 %, lucerne (*Medicago sp.*) 30 %, ružmarina (*Rosmarinus officinalis*) 30 %, lipe (*Tilia sp.*) 25 %, kadulje (*Salvia sp.*) 20 %, bagrema (*Robinia pseudacacia*) 20 % i lavande (*Lavandula sp.*) 20 %.

Multiflorni med je mješavina meda dobivenog iz različitih vrsta biljaka. Čest primjer je livadni med (Pravilnik o kvaliteti meda i ostalih pčelinjih proizvoda, 2000).

### 2.2.2. Sklonost meda kristalizaciji

Med je prezasićena otopina glukoze pa kristalizacijom suvišne količine glukoze u otopini spontano prelazi u stanje ravnoteže. Voda koja je bila vezana na glukozu postaje slobodna voda. Time se povećava udio vode u nekristaliziranim dijelovima i med postaje skloniji fermentaciji i kvarenju. Fruktaza ostaje u tekućem stanju i čini tanak sloj oko kristala glukoze. Nakon kristalizacije med mijenja boju u nešto svjetliju, gubi prozirnost te mijenja okus. Postoji odbojnost potrošača prema kristaliziranom medu pa se određenim postupcima pokušava izbjeći kristalizacija. Ukoliko se med čuva na temperaturi nižoj od 11 °C, dobro zatvoren da ne dođe do apsorpcije vode, može se spriječiti kristalizacija. Ako je omjer glukoze i vode manji od 1,7 med neće kristalizirati, ali kad taj omjer prijeđe 2,1 med brzo kristalizira. Jedna od metoda prevencije kristalizacije je pasterizacija, čime se kristalizacija može odgoditi na značajno vrijeme (Škenderov i Ivanov, 1986).

Brzina kristalizacije, osim o okolišnim uvjetima, značajno ovisi o porijeklu meda. Neke vrste meda kristaliziraju brže nego druge, što opet ovisi o udjelu šećera, udjelu vode, vremenu čuvanja i temperaturi skladištenja. Bagremov i kestenov med su manje skloni brzom kristalizaciji, dok med uljane repice i medljikovac kristaliziraju relativno brzo (Laktić i Šukelja, 2008).

### 2.2.3. Senzorska svojstva meda

Boja, okus i miris meda su njegova najvažnija senzorska svojstva. U većini slučajeva ovise o biljnom podrijetlu i uvjetima prerade i čuvanja meda. Same fizikalno-kemijske analize ne mogu biti dovoljne za pojedine vrste meda pa je senzorska analiza neizostavna u procjeni kakvoće meda i definiranju njegovih svojstava (Škenderov i Ivanov, 1986).

Boja meda se većinom nalazi u rasponu od svijetložute, žute, smeđe do tamnosmeđe. Kao krajnosti po svojstvu boje većinom se uzimaju bagremov med, koji je izrazito svijetao i kestenov med koji ima tamnosmeđu boju. Osim samog podrijetla, uvjeti čuvanja također imaju utjecaj na boju meda, pa on tako nakon kristalizacije posvijetli, a tijekom čuvanja potamni (Škenderov i Ivanov, 1986).

Miris meda najčešće je određen biljkom od koje se dobiva. Tvari koje određuju miris ima preko 50, a mogu se podijeliti u 3 skupine: karbonilni spojevi (aldehidi i ketoni), alkoholi i esteri. U mirisne spojeve spada i hidrosimetilfurfural (HMF). Za aromu meda zaslužni su je omjer glukoze i fruktoze, esencijalna ulja, terpeni, aromatični aldehidi, diacetili, metilacetilkarbamati, hlapljive i nehlapljive kiseline. Svježi med odlikuje se snažnijom aromom (Škenderov i Ivanov, 1986).

## 3. EKSPERIMENTALNI DIO

### 3.1. Materijali

Procjena učinkovitosti rada senzorskog panela provedena je za panel od 5 treniranih članova. Panel je imao zadatak provesti senzorsku procjenu 6 uzoraka meda, od toga 2 uzorka meda su bili multiflorni medovi, a 4 su bili uzorci meda koji nisu skloni brzom kristalizaciji.

### 3.2. Metode rada

Senzorska procjena za svaki uzorak meda je ponavljana dva puta. Svojstva meda koji su bila ocjenjivana su: čistoća, bistrina, okus, miris i boja. Za multiflorne medove nije bilo ocjenjivano svojstvo boje. U Tablici 1. i Tablici 2. prikazane su sheme senzorske procjene medova.

Tablica 1. Shema senzorske procjene multiflornog meda

Senzorsko svojstvo	Zahtjev za senzorskim svojstvima	Ocjena	Faktor značaja	Ponderirani bodovi
Čistoća	Med bez vidljivih onečišćenja	5	0,6	3
	Neznatna onečišćenja u medu	4		
	Malo onečišćenja u medu	3		
	Jasna onečišćenja u medu	2		
	Dosta onečišćenja u medu	1		
Bistrina	Med potpuno bistar, bez sitnih mjehurića zraka	5	0,6	3
	Med blago замуćen, prisutnost pjene na površini	4		
	Med opalescentan, vide se počeci kristalizacije	3		
	Jako puno kristala, pjenušava površina	2		
	Potpuno kristaliziran med	1		
Miris	Ugodan, izražen	5	1,2	6
	Ugodan, slabije izražen	4		
	Osrednji	3		
	Još uvijek prihvatljiv	2		
	Neugodan	1		
	Stran, fermentacija, neprihvatljiv	0		
Okus	Ugodan, izražen	5	1,6	8
	Ugodan, slabije izražen	4		
	Osrednji	3		
	Još uvijek prihvatljiv	2		
	Neugodan	1		
	Stran, fermentacija, neprihvatljiv	0		
UKUPNO				20

Tablica 2. Shema senzorske procjene meda koji nisu skloni brzom kristalizaciji

Senzorsko svojstvo	Zahtjev za senzorskim svojstvima	Ocjena	Faktor značaja	Ponderirani bodovi
Čistoća	Med bez vidljivih onečišćenja	5	0,4	2
	Neznatna onečišćenja u medu	4		
	Malo onečišćenja u medu	3		
	Jasna onečišćenja u medu	2		
	Dosta onečišćenja u medu	1		
Bistrina	Med potpuno bistar, bez sitnih mjehurića zraka	5	0,6	3
	Med blago замуćen, prisutnost pjene na površini	4		
	Med opalescentan, vide se počeci kristalizacije	3		
	Jako puno kristala, pjenušava površina	2		
	Potpuno kristaliziran med	1		
Boja	Svojstvena vrsti meda	5	0,8	4
	Blago svjetlija ili tamnija obzirom na vrstu meda	4		
	Nešto svjetlija ili tamnija obzirom na vrstu meda	3		
	Dosta odstupa od vrste meda	2		
	Neprijmjerena vrsti meda	1		
Miris	Izražen, karakterističan za vrstu meda	5	0,8	4
	Karakterističan za vrstu meda ali slabije izražen	4		
	Nedovoljno izražen, ali još uvijek karakterističan za vrstu meda	3		
	Preslab i nedovoljno izražen za vrstu meda	2		
	Prisutnost mirisa i druge vrste meda	1		
	Stran, netipičan za med	0		
Okus	Jasno izražen, tipičan za vrstu meda, izrazito postojan	5	1,4	7
	Izražen, tipičan za vrstu meda, postojan	4		
	Slabije izražen, tipičan za vrstu meda, slabije postojan	3		
	Nedovoljno izražen za vrstu meda, gotovo nepostojan	2		
	Prisutnost okusa i druge vrste meda	1		
	Stran, netipičan za med	0		
UKUPNO				20

Za analizu učinkovitosti rada panela korišten je program Red Jade. Rezultati su obrađeni pomoću analize varijance (ANOVA) uz *post hoc* Tukey test i  $\alpha = 0,05$ .

Izvedba panela procijenjena je pomoću sljedećih parametara: sposobnosti razlikovanja uzoraka, standardne devijacije, križanja (eng. *crossover*), korištenja pozicije na ljestvici i korištenog raspona ljestvice.

Za određivanje sposobnosti razlikovanja uzoraka izračunat je postotak svojstava za svakog panelista s p-vrijednosti proizvoda jednakom ili većom od 0,50. Prihvatljivim se smatra postotak jednak ili manji od 20 %, odnosno jednak ili manji od 1,3 srednje vrijednosti panela. Ukoliko je izračunati postotak veći od 33 % potrebno je nadzirati rad panelista, a ukoliko je veći od 50 % panelistu je potreban dodatan trening.

Pri određivanju standardne devijacije uzeta su u obzir ponovljena mjerenja istog panelista za sve uzorke. Izračunat je postotak standardnih devijacija svojstava većih od 16,7 % vrijednosti ljestvice, odnosno 0,83. Izvedba panelista smatra se prihvatljivom ako je izračunata vrijednost jednaka ili manja od 33 %. Ukoliko je izračunata vrijednost veća od 33 % potrebno je nadzirati rad panelista, a ukoliko je veća od 50 % panelistu je potreban dodatan trening.

Pri izračunu *crossovera* je redoslijed rangiranih uzoraka svakog panelista uspoređen s redoslijedom rangiranja panela, a mogući raspon vrijednosti *crossovera* iznosi 0 – 100. Izračunat je postotak svojstava s vrijednosti *crossovera* većom od 20. Kako bi izvedba panelista bila zadovoljavajuća, izračunati postotak mora biti jednak ili manji od 20 %. Ukoliko je izračunati postotak veći od 20 % potrebno je nadzirati rad panelista, a ukoliko je veći od 35 % panelistu je potreban dodatan trening.

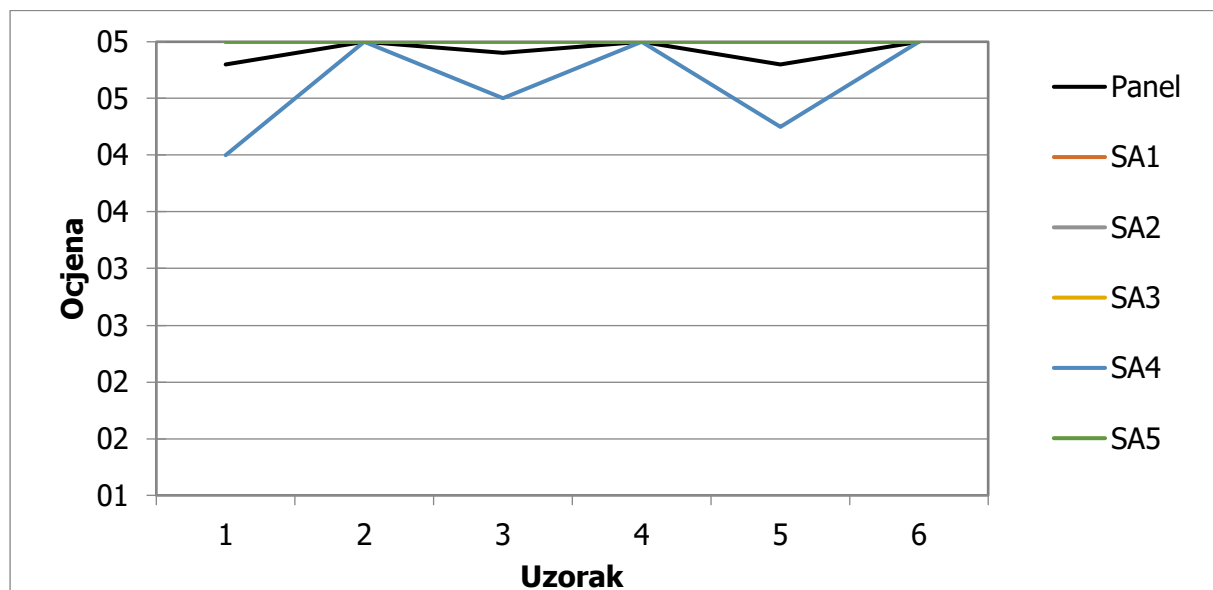
Pri određivanju korištenju pozicije na ljestvici je srednja vrijednost ocjena panelista za svako svojstvo uspoređena sa srednjom vrijednosti ocjena panela. Izračunat je postotak svojstava za svakog panelista čija je pozicija na ljestvici za više od 25 % maksimuma ljestvice (odnosno 1,25) različita od srednje vrijednosti mjesta panela. Izračunati postotak jednak ili manji od 33 % smatra se prihvatljivim. Ukoliko je izračunati postotak veći od 33 % potrebno je nadzirati rad panelista, a ukoliko je veći od 50 % panelistu je potreban dodatan trening.

Pri izračunu korištenog raspona ljestvice određen je raspon između najmanje i najveće ocjene kojom je svaki panelist ocijenio svako svojstvo i uspoređen je s srednjom vrijednosti raspona ocjena panela. Izračunat je postotak svojstava s rasponom ljestvice većim od srednje vrijednosti panela za 20 % maksimuma ljestvice (odnosno 1) i s rasponom ljestvice manjim od 15 % maksimuma ljestvice (odnosno 0,75). Vrijednost izračunatog postotka jednaka ili

manja od 33 % smatra se prihvatljivom. Ukoliko je izračunata vrijednost veća od 33 % potrebno je nadzirati rad panelista, a ukoliko je veća od 50 % panelistu je potreban dodatan trening.

## 4. REZULTATI I RASPRAVA

U ovom istraživanju je senzorsku analizu 6 uzoraka meda proveo panel od 5 članova. Rezultati provedene senzorske analize čistoće, bistrine, boje, mirisa i okusa meda obrađeni pomoću programa Red Jade prikazani su na slikama 1. – 5. i u tablicama 3. – 7.

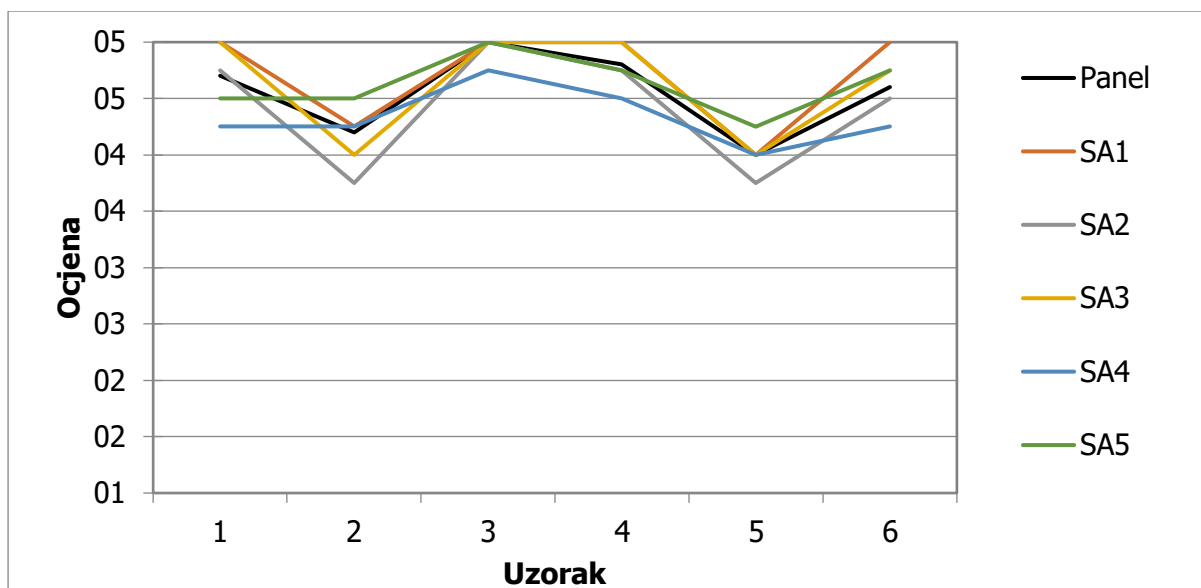


Slika 1. Srednja vrijednost ocjene panela i pojedinih panelista (SA1 – SA5) za čistoću analiziranih uzoraka meda

Tablica 3. Ocjene i rang uzoraka meda prema čistoći

Uzorak	Srednja vrijednost ocjena	Razlika srednje vrijednosti ocjena	Standardna devijacija	Rezultat Tukey testa	Rang ocjena	Razlika ranga ocjena
<b>2</b>	5,00	0,00	0,00	-	3,20	0,00
<b>4</b>	5,00	0,00	0,00	-	3,20	0,00
<b>6</b>	5,00	0,00	0,00	-	3,20	0,00
<b>3</b>	4,90	0,10	0,20	-	3,60	0,40
<b>5</b>	4,85	0,05	0,30	-	3,80	0,20
<b>1</b>	4,80	0,05	0,40	-	4,00	0,20
<b>Raspon</b>	0,20		0,40		0,80	



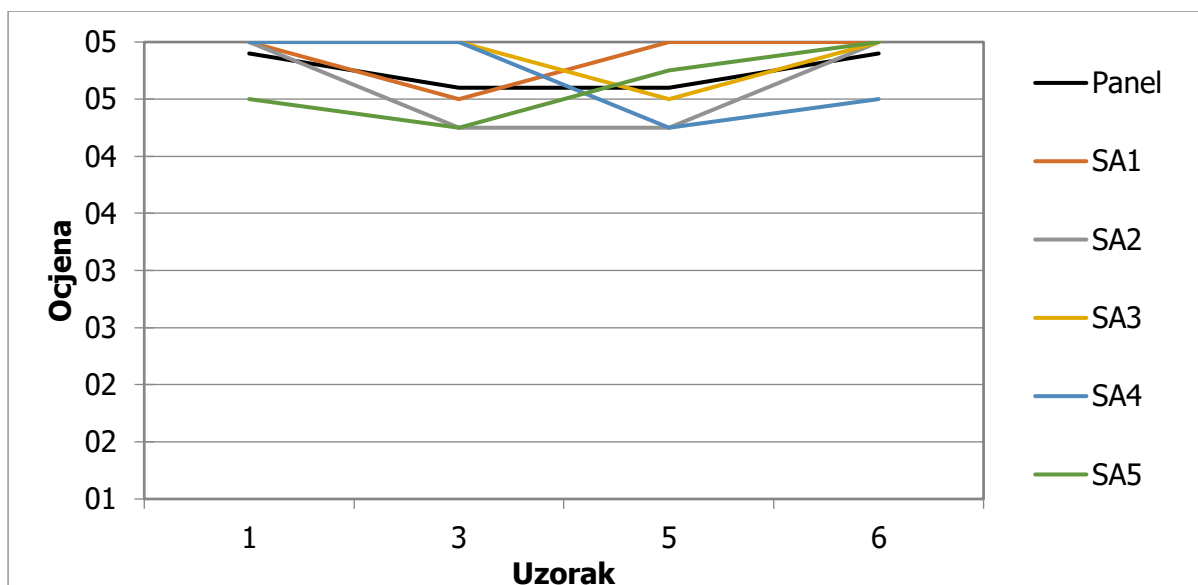


Slika 2. Srednja vrijednost ocjene panela i pojedinih senzorskih analitičara (SA1 – SA5) za bistrinu analiziranih uzoraka

Tablica 4. Ocjene i rang uzoraka meda prema bistrini

Uzorak	Srednja vrijednost ocjena	Razlika srednje vrijednosti ocjena	Standardna devijacija	Rezultat Tukey testa*	Rang ocjena	Razlika ranga ocjena
<b>3</b>	4,95	0,00	0,10	A	1,50	0,00
<b>4</b>	4,80	0,15	0,19	A	2,30	0,80
<b>1</b>	4,70	0,10	0,29	A	3,10	0,80
<b>6</b>	4,65	0,05	0,25	A	3,40	0,30
<b>2</b>	4,15	0,50	0,25	B	4,90	1,50
<b>5</b>	4,00	0,15	0,16	B	5,80	0,90
<b>Raspon</b>	0,95		0,19		4,30	

\*različitim slovima označeni su uzorci koji su se statistički značajno razlikovali ( $p < 0,05$ )

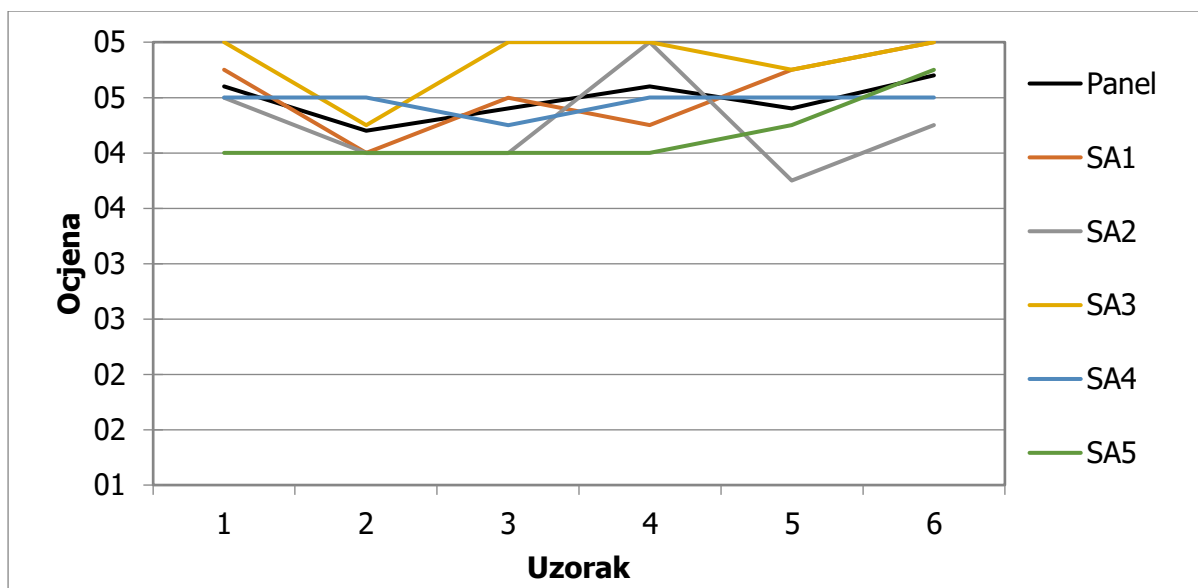


Slika 3. Srednja vrijednost ocjene panela i pojedinih senzorskih analitičara (SA1 – SA5) za boju analiziranih uzoraka

Tablica 5. Ocjene i rang uzoraka meda prema boji

Uzorak	Srednja vrijednost ocjena	Razlika srednje vrijednosti ocjena	Standardna devijacija	Rezultat Tukey testa*	Rang ocjena	Razlika ranga ocjena
<b>1</b>	4,90	0,00	0,20	A	2,00	0,00
<b>6</b>	4,90	0,00	0,20	A	1,90	-0,10
<b>3</b>	4,60	0,30	0,34	A	3,00	1,10
<b>5</b>	4,55	0,05	0,29	A	3,10	0,10
<b>Raspon</b>	0,35		0,14		1,20	

\*različitim slovima označeni su uzorci koji su se statistički značajno razlikovali ( $p < 0,05$ )

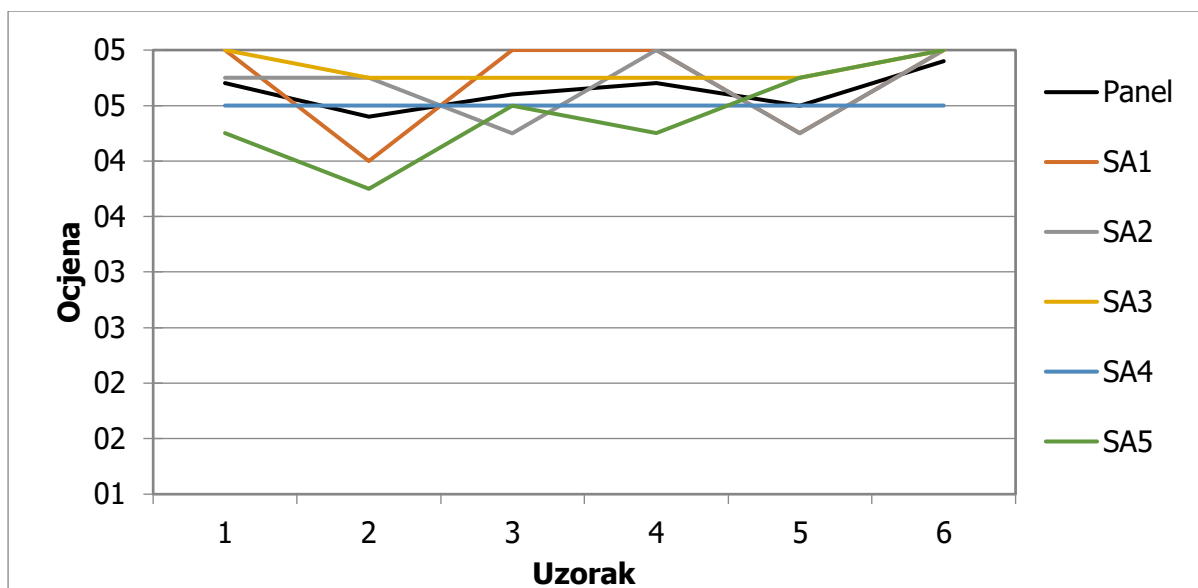


Slika 4. Srednja vrijednost ocjene panela i pojedinih senzorskih analitičara (SA1 – SA5) za miris analiziranih uzoraka

Tablica 6. Ocjene i rang uzoraka meda prema mirisu

Uzorak	Srednja vrijednost ocjena	Razlika srednje vrijednosti ocjena	Standardna devijacija	Rezultat Tukey testa*	Rang ocjena	Razlika ranga ocjena
<b>6</b>	4,70	0,00	0,29	A	2,10	0,00
<b>1</b>	4,55	0,15	0,33	AB	2,90	0,80
<b>4</b>	4,55	0,00	0,40	AB	3,20	0,30
<b>5</b>	4,40	0,15	0,37	AB	3,70	0,50
<b>3</b>	4,35	0,05	0,37	AB	4,30	0,60
<b>2</b>	4,15	0,20	0,20	B	4,80	0,50
<b>Raspon</b>	0,55		0,20		2,70	

\*različitim slovima označeni su uzorci koji su se statistički značajno razlikovali ( $p < 0,05$ )



Slika 5. Srednja vrijednost ocjene panela i pojedinih senzorskih analitičara (SA1 – SA5) za okus analiziranih uzoraka

Tablica 7. Ocjene i rang uzoraka meda prema okusu

Uzorak	Srednja vrijednost ocjena	Razlika srednje vrijednosti ocjena	Standardna devijacija	Rezultat Tukey testa*	Rang ocjena	Razlika ranga ocjena
<b>6</b>	4,90	0,00	0,20	A	2,00	0,00
<b>1</b>	4,70	0,20	0,29	AB	3,10	1,10
<b>4</b>	4,70	0,00	0,29	AB	3,30	0,20
<b>3</b>	4,60	0,10	0,25	AB	3,80	0,50
<b>5</b>	4,50	0,10	0,22	AB	4,10	0,30
<b>2</b>	4,35	0,15	0,41	B	4,70	0,60
<b>Raspon</b>	0,55		0,21		2,70	

\*različitim slovima označeni su uzorci koji su se statistički značajno razlikovali ( $p < 0,05$ )

Na slikama 1. – 5. jasno su vidljive razlike u ocjenama svojstava pojedinih panelista za svaki uzorak i njihova razlika od srednje vrijednosti ocjene panela. Navedeni prikaz olakšava voditelju panela uočiti moguća odstupanja ocjena pojedinih panelista.

Čistoća meda se nije statistički značajno razlikovala između analiziranih uzoraka ( $p > 0,05$ ). Nasuprot tome, bistrina, boja, miris i okus meda su se statistički značajno razlikovali između analiziranih uzoraka ( $p < 0,05$ ).

Ocjene čistoće meda za sve analizirane uzorke nalazile su se u rasponu 4,80 – 5,00, ocjene bistrine meda u rasponu 4,00 – 4,95, ocjene boje meda u rasponu 4,55 – 4,90, ocjene za miris meda u rasponu 4,15 – 4,70, ocjene okusa meda u rasponu 4,35 – 4,90. Najveći raspon ocjena bio je za svojstvo bistrine, a najmanji za svojstvo čistoće.

U tablicama 8. i 9. prikazani su rezultati analize sposobnosti panela za razlikovanje uzoraka meda.

Tablica 8. Rezultati analize sposobnosti razlikovanja uzoraka meda od strane panela

	<b>p-vrijednost proizvoda</b>	<b>SA1</b>	<b>SA2</b>	<b>SA3</b>	<b>SA4</b>	<b>SA5</b>
<b>Broj p ≥ 0,5</b>		1	1	2	1	1
<b>Čistoća</b>	0,328	1,000	1,000	1,000	0,070	1,000
<b>Bistrina</b>	0,000	0,001	0,017	0,001	0,290	0,182
<b>Boja</b>	0,032	0,000	0,058	0,479	0,030	0,138
<b>Miris</b>	0,042	0,051	0,008	0,050	0,489	0,050
<b>Okus</b>	0,020	0,001	0,121	0,833	1,000	0,045

SA1 – SA5 – panelisti; kurzivom su označena svojstva koja su se statistički značajno razlikovala između uzoraka; crveno su označene p-vrijednosti  $\geq 0,5$

Tablica 9. Zaključni rezultati analize sposobnosti razlikovanja uzoraka meda od strane panela

<b>Panelisti</b>	<b>Procjena izvedbe</b>	<b>Potrebno djelovanje</b>	<b>Postotak svojstava s p ≥ 0,5</b>
<b>SA1</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	20,0 %
<b>SA2</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	20,0 %
<b>SA3</b>	Ne razlikuje uzorke	Nadgledati izvedbu	40,0 %
<b>SA4</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	20,0 %
<b>SA5</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	20,0 %
<b>Srednja vrijednost panela</b>			24,0 %

Parametar sposobnosti razlikovanja uzoraka pokazuje u kojoj mjeri panelist prepoznaje razlike između utvrđeno različitih proizvoda i pomaže u otkrivanju panelista koji ne mogu otkriti razlike u nekim senzorskim svojstvima promatranog proizvoda (Red Jade, 2018).

Prema postavljenom kriteriju ( $p > 0,5$ ), čistoću analiziranih uzoraka meda nisu razlikovala 4 panelista (SA1, SA2, SA4 i SA5) te je utvrđeno da se navedeno svojstvo nije statistički značajno

razlikovalo između analiziranih uzoraka. Nadalje, okus analiziranih uzoraka meda nisu razlikovala 2 panelista (SA3 i SA4) (Tablica 8.).

Iz Tablice 9. vidljivo je da su panelisti SA1, SA2, SA4, SA5 imali zadovoljavajuću izvedbu s obzirom na sposobnost razlikovanja uzoraka. Panelist SA3 nije postigao zadovoljavajuću sposobnost razlikovanja uzoraka budući da nije razlikovao 40 % svojstava te je u budućnosti potrebno nadgledati njegovu izvedbu.

U tablicama 10. i 11. prikazani su rezultati analize standardne devijacije panela pri ocjenjivanju uzoraka meda.

Tablica 10. Rezultati analize standardne devijacije (SD) panela pri ocjenjivanju uzoraka meda

	<b>SD panela</b>	<b>SA1</b>	<b>SA2</b>	<b>SA3</b>	<b>SA4</b>	<b>SA5</b>
<b>Srednja vrijednost SD za sva svojstva</b>		0,1	0,2	0,2	0,2	0,2
<b>Čistoća</b>	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
<b>Bistrina</b>	0,3	0,1	0,3	0,1	0,3	0,2
<b>Boja</b>	0,3	0,0	0,2	0,4	0,2	0,2
<b>Miris</b>	0,4	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2
<b>Okus</b>	0,3	0,1	0,3	0,3	0,0	0,3

SA1 – SA5 – panelisti; kurzivom su označena svojstva koja su se statistički značajno razlikovala između uzoraka

Tablica 11. Zaključni rezultati analize standardne devijacije (SD) panela pri ocjenjivanju uzoraka meda

<b>Panelisti</b>	<b>Procjena izvedbe</b>	<b>Potrebno djelovanje</b>	<b>Postotak svojstava sa SD &gt; 0,8</b>
<b>SA1</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA2</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA3</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA4</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA5</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>Srednja vrijednost panela</b>			0,0 %

Pomoću parametra standardne devijacije promatraju se varijacije ocjena panelista za svako od analiziranih svojstava, u cilju procjene ponovljivosti rezultata panelista nakon ponavljanja analize istog uzorka. Što su vrijednosti standardne devijacije manje, panel ima bolju

ponovljivost. Velika vrijednost standardne devijacije ukazuje na neusklađenost rada panela, dok nepostojanje standardne devijacije može ukazati na to da je panelisti pamte i ponavljaju ocjene (Red Jade, 2018). Vrijednosti standardne devijacije su za sve paneliste i sva analizirana svojstva bile manje od postavljenog kriterija prihvatljivosti (manje od 16,7 % ljestvice, odnosno u ovom slučaju 0,8) (Tablica 11.). Dobiveni rezultati ukazuju na zadovoljavajuću izvedbu panela s obzirom na standardnu devijaciju ponovljenih mjerenja (Tablica 12.).

U tablicama 12. i 13. prikazani su rezultati analize *crossovera* panela pri ocjenjivanju uzoraka meda.

Tablica 12. Rezultati analize *crossovera* panela pri ocjenjivanju uzoraka meda

	<b>Srednja vrijednost panela</b>	<b>SA1</b>	<b>SA2</b>	<b>SA3</b>	<b>SA4</b>	<b>SA5</b>
<b>Srednja vrijednost za sva svojstva</b>		0	0	0	3	2
<b>Bistrina</b>	4	0	0	0	12	8
<b>Boja</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Miris</b>	0	0	0	0	0	0
<b>Okus</b>	0	0	0	0	0	0

SA1 – SA5 – panelisti

Tablica 13. Zaključni rezultati analize *crossovera* panela pri ocjenjivanju uzoraka meda

<b>Panelisti</b>	<b>Procjena izvedbe</b>	<b>Potrebno djelovanje</b>	<b>Postotak značajnih svojstava s vrijednosti <i>crossovera</i> &gt; 20</b>
<b>SA1</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA2</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA3</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA4</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA5</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>Srednja vrijednost panela</b>			0,0 %

Određivanjem parametra *crossovera* utvrđuje se u kojoj mjeri je redosljed ocjena pojedinih panelista u skladu, odnosno suprotan redosljedu panela. Navedeni parametar se određuje u svrhu dobivanja uvida u to koji panelisti ocjenjuju proizvode suprotno od ostatka panela i

koliko to može utjecati na gubitak statističke značajnosti razlike nekog svojstva (Red Jade, 2018).

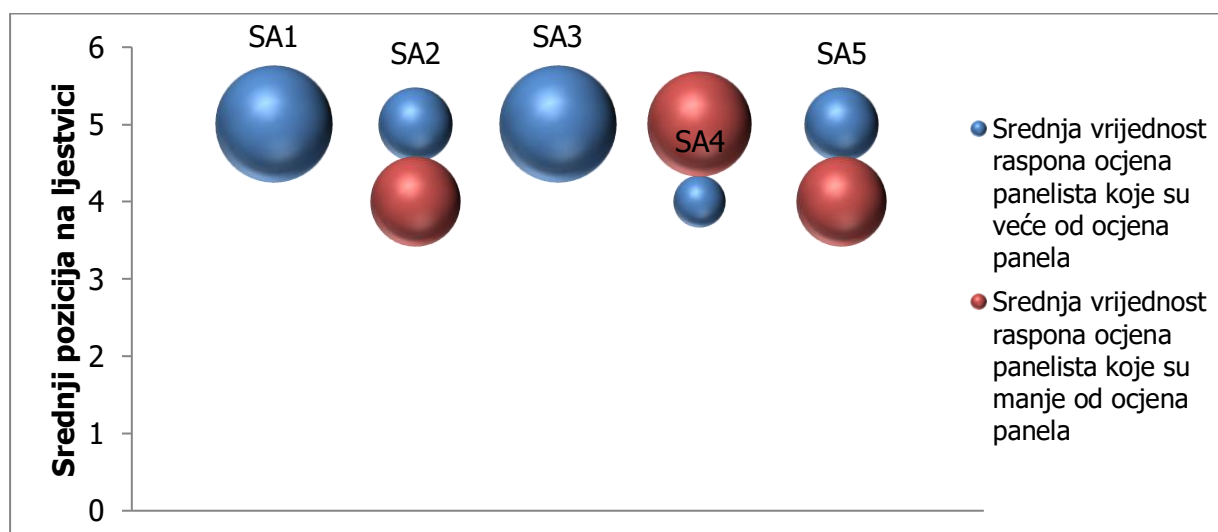
Iz dobivenih rezultata određivanja *crossovera* vidljivo je da sve vrijednosti ne prelaze postavljene kriteriji, odnosno 20 (Tablica 12.). S obzirom na navedeno, utvrđena je prihvatljiva izvedba panela s obzirom na parametar crossover (Tablica 13.).

U tablicama 14. i 15. te na Slici 6. prikazani su rezultati analize pozicije na ljestvici korištene pri ocjenjivanju uzoraka meda.

Tablica 14. Rezultati analize pozicije na ljestvici korištene pri ocjenjivanju uzoraka meda

	<b>Srednja vrijednost panela</b>	<b>SA1</b>	<b>SA2</b>	<b>SA3</b>	<b>SA4</b>	<b>SA5</b>
<b>Srednja vrijednost za sva svojstva</b>	5	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)
<b>Čistoća</b>	5	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)
<b>Bistrina</b>	5	5 (0)	4 (0)	5 (0)	4 (0)	5 (0)
<b>Boja</b>	5	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)	5 (0)
<b>Miris</b>	4	5 (0)	4 (0)	5 (0)	4 (0)	4 (0)
<b>Okus</b>	5	5 (0)	5 (0)	5 (0)	4 (0)	4 (0)

SA1 – SA5 – panelisti; kurzivom su označena svojstva koja su se statistički značajno razlikovala između uzoraka; vrijednosti u zagradi predstavljaju udaljenost srednje vrijednosti pozicije panelista od srednje vrijednosti pozicije panela na ljestvici



Slika 6. Pozicija panela na ljestvici pri ocjenjivanju uzoraka meda. Veličina kuglice opisuje broj svojstava u pojedinoj kategoriji



Tablica 15. Zaključni rezultati analize pozicije na ljestvici korištene pri ocjenjivanju uzoraka meda

<b>Panelisti</b>	<b>Procjena izvedbe</b>	<b>Potrebno djelovanje</b>	<b>Postotak svojstava sa srednjom vrijednosti pozicije na ljestvici <math>\pm 1,25</math> od srednje vrijednosti pozicije panela</b>
<b>SA1</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA2</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA3</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA4</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA5</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>Srednja vrijednost panela</b>			0,0 %

Parametar korištenja pozicije na ljestvici otkriva kako pojedini panelisti smještaju ocjene senzorskih svojstava proizvoda na definiranog ljestvici, pri čemu je poželjna što veća suglasnost panela (Red Jade, 2018).

Sve vrijednosti veće od 25 % raspona ljestvice, to jest 1,25 u ovom slučaju ukazivale bi na značajno odstupanje pozicije pojedinog panelista na ljestvici u odnosu na poziciju panela. Iz dobivenih rezultata vidljivo je da su sve vrijednosti odstupanja pozicije panelista na ljestvici u odnosu na poziciju panela jednake nuli (Tablica 14.).

Panelisti SA1 i SA3 su za svih 5 svojstava meda dali ocjene veće od srednje vrijednosti panela. Panelisti SA2 i SA5 su za dva svojstva dali ocjene veće od srednje vrijednosti panela, a za 3 svojstva manje od srednje panela. Panelist SA4 je za 4 svojstva imao srednju vrijednost ocjene manju od srednje vrijednosti panela, a za jedno svojstvo veću od srednje vrijednosti panela (Slika 6.).

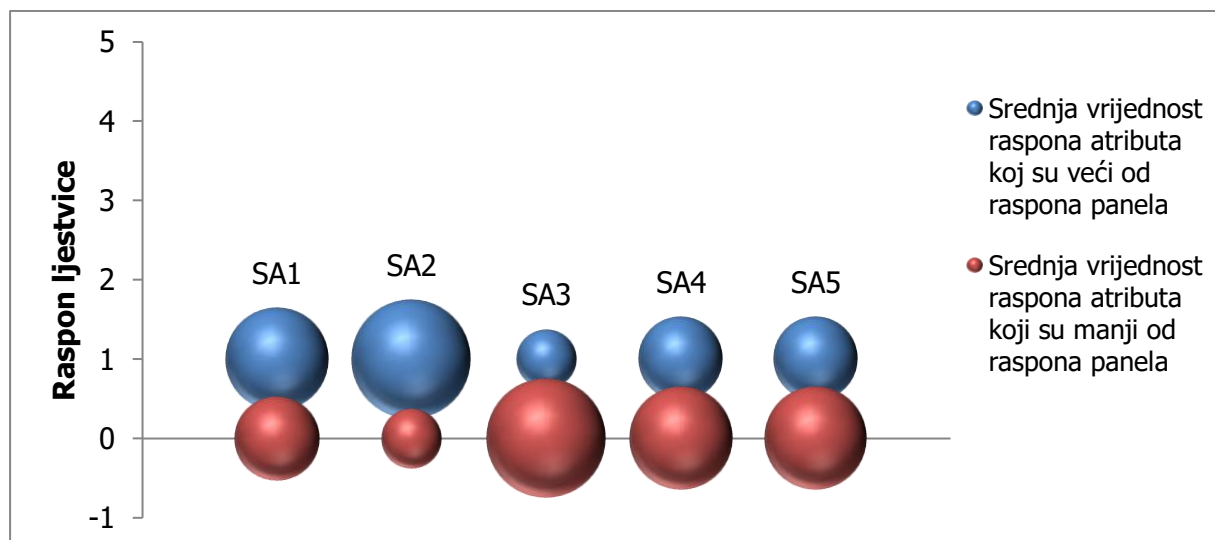
Budući da niti jedna izračunata vrijednost odstupanja pozicije panelista od pozicije panela na ljestvici nije prelazila postavljeni kriterij prihvatljivosti, izvedba panela s obzirom na parametar pozicije na ljestvici može se smatrati zadovoljavajućom (Tablica 15.).

U tablicama 16. i 17. te na Slici 7. prikazani su rezultati analize raspona ljestvice korištenog pri ocjenjivanju uzoraka meda.

Tablica 16. Rezultati analize raspona ljestvice korištenog pri ocjenjivanju uzoraka meda

	<b>Srednja vrijednost panela</b>	<b>SA1</b>	<b>SA2</b>	<b>SA3</b>	<b>SA4</b>	<b>SA5</b>
<b>Srednja vrijednost za sva svojstva</b>	1	1 (0)	1 (0)	0 (0)	1 (0)	1 (0)
<b>Čistoća</b>	0	0 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	0 (0)
<b>Bistrina</b>	1	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)	1 (0)
<b>Boja</b>	1	0 (0)	1 (0)	0 (0)	1 (0)	1 (0)
<b>Miris</b>	1	1 (0)	1 (0)	1 (0)	0 (-1)	1 (0)
<b>Okus</b>	1	1 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (-1)	1 (1)

SA1 – SA5 – panelisti; kurzivom su označena svojstva koja su se statistički značajno razlikovala između uzoraka; vrijednosti u zagradi predstavljaju udaljenost korištenog raspona ljestvice pojedinog panelista od srednje vrijednosti raspona panela



Slika 7. Raspon ljestvice korišten pri ocjenjivanju uzoraka meda. Veličina kuglice opisuje broj svojstava u pojedinoj kategoriji

Tablica 17. Zaključni rezultati analize raspona ljestvice korištenog pri ocjenjivanju uzoraka meda

<b>Panelisti</b>	<b>Procjena izvedbe</b>	<b>Potrebno djelovanje</b>	<b>Postotak svojstava s rasponom ljestvice +1 ili -0,75 bodova razlike od srednje vrijednosti raspona panela</b>
<b>SA1</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA2</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA3</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA4</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>SA5</b>	Zadovoljavajuća izvedba	-	0,0 %
<b>Srednja vrijednost panela</b>			0,0 %

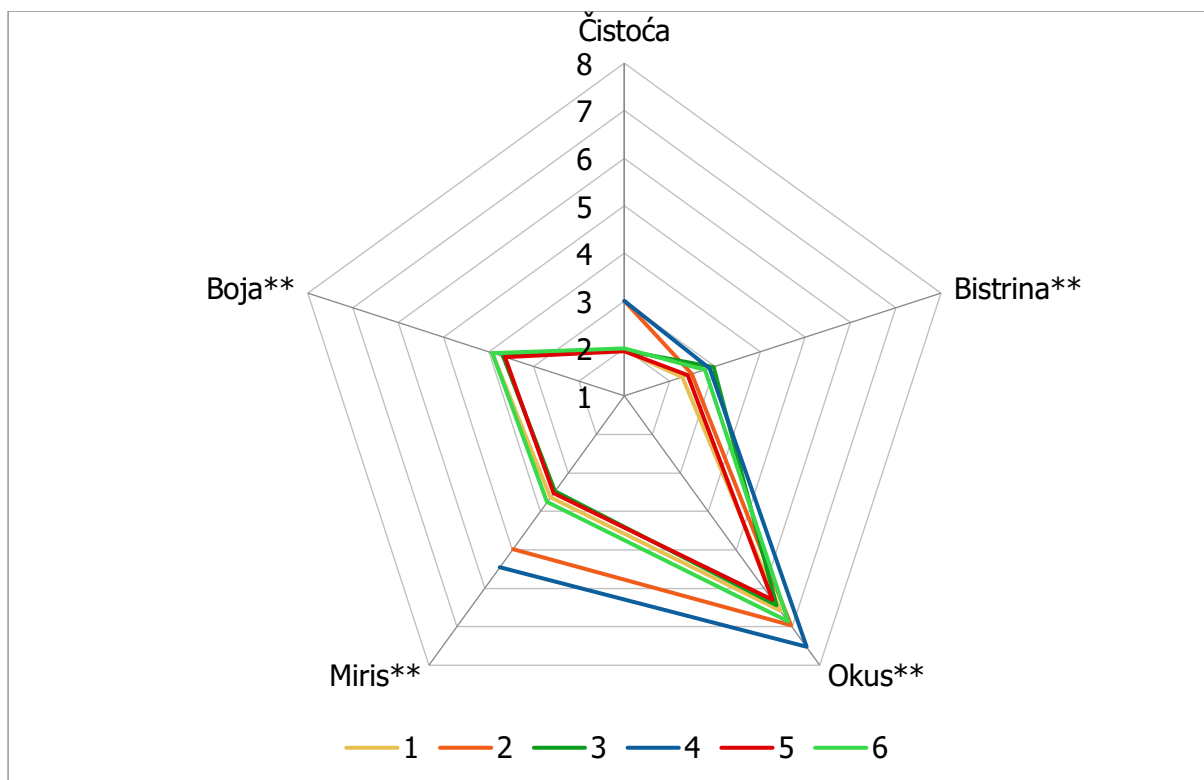
Određivanjem parametra korištenja raspona ljestvice utvrđuje se kako se panelisti koriste ljestvicom i udaljenostima između ocjena za svako senzorsko svojstvo (Red Jade, 2018).

Vrijednosti korištenog raspona ljestvice nekog panelista koje su za 1 bod veće ili za 0,75 bodova manje od srednje vrijednosti raspona panela ukazuju na nepravilnost u njegovom ocjenjivanju (Tablica 16.).

Velike razlike u veličini kuglica prikazanih na Slici 7. ukazuju na to da je panelist koristio raspon ljestvice drugačije od ostatka panela. Panelist SA2 je za 4 svojstva koristio veći raspon ljestvice od srednje vrijednosti raspona panela, dok je panelist SA3 za 4 svojstva koristio manji raspon ljestvice od srednje vrijednosti raspona panela (Slika 7.).

S obzirom na određena odstupanja raspona panelista od raspona panela koja nisu prešla postavljeni kriterij prihvatljivosti, izvedba panela s obzirom na parametar korištenog raspona ljestvice može se smatrati zadovoljavajućom (Tablica 17.).

Na Slici 8. prikazani su ponderirani bodovi za sva analizirana svojstva uzoraka meda.



Slika 1. Ponderirani bodovi za senzorska svojstva analiziranih uzoraka meda (1 – 6). Sa zvjezdicama (\*\*) su označena svojstva koja su se statistički značajno razlikovala između uzoraka

Ponderirani bodovi za svojstvo čistoće bili su u rasponu 1,95 – 3,00, za svojstvo bistrine u rasponu 2,28 – 2,97, za svojstvo okusa u rasponu 6,30 – 7,52, za svojstvo mirisa u rasponu 3,48 – 5,46, te za svojstvo boje u rasponu 3,64 – 3,92.

Zbroj ponderiranih bodova za uzorak 1 iznosio je 18,37, za uzorak 2 17,43, za uzorak 3 18,53, za uzorak 4 18,86, za uzorak 5 17,80, a za uzorak 6 19,33. Prema tome, najmanji zbroj ponderiranih bodova imao je uzorak 2, a najveći uzorak 6.

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu analizirana je učinkovitost rada senzorskog panela pri procjeni meda pomoću programa Red Jade.

S obzirom na dobivene rezultate i provedenu raspravu može se zaključiti sljedeće:

- Izvedba panela procijenjena je pomoću parametara sposobnosti razlikovanja uzoraka, standardne devijacije, *crossovera*, korištenja pozicije na ljestvici i korištenog raspona ljestvice. S obzirom na postavljene kriterije prihvatljivosti za navedene parametre, panel u cjelini je imao odgovarajuću izvedbu i nije potreban dodatni trening.
- Panelist SA3 nije pokazao odgovarajuću sposobnost razlikovanja uzoraka što upućuje na potrebu promatranja njegove izvedbe od strane voditelja panela pri sljedećim senzorskim analizama.
- Bistrina, boja, okus i miris meda pokazali su se statistički značajno različitim između analizirani uzoraka. Nasuprot tome, čistoća meda se nije pokazala statistički značajno različitom između analizirani uzoraka.
- Program Red Jade je vrlo koristan u procjeni učinkovitosti rada panela budući pomaže utvrditi parametre problematične za panel, opsežno statistički obrađuje izvedbu svakog panelista i predlaže određene intervencije ukoliko su potrebne.

## 6. POPIS LITERATURE

Guedes M. D. V., Marques M. S., Guedes P. C., Contri R. V., Guerreiro I. C. K. (2021) The use of electronic tongue and sensory panel on taste evaluation of pediatric medicines: a systematic review. *Pharmaceutical Development and Technology* **26(2)**: 119 – 137.

Hirata S., Toyoda H., Ohta M. (2017) Reducing eye fatigue through the use of wood. *Journal of Wood Science* **63**: 401 – 408.

ISO 5492:2008, EN ISO 5492:2009, Sensory analysis – Vocabulary. HRN EN ISO 5492:2010, Senzorske analize – Rječnik.

Laktić Z., Šukelja D. (2008) *Suvremeno pčelarstvo*, Nakladni zavod Globus. str. 53 – 70.

Lawless H. T., Heymann H. (2010) *Sensory evaluation of food: principles and practices*, 2. izd., Springer. str. 1 – 18.

Meilgaard M. C., Civille G. V., Carr B. T. (2016) *Sensory Evaluation Techniques*, 5. izd., CRC Press. str. 165 – 182.

Njoman M. F., Nugroho G., Chandra S. D. P., Permana Y., Suhadi S., Mujiono M., Hermawan A. D., Sugiono S. (2017) The vulnerability of human sensory evaluation and the promising senses instrumentation. *British Food Journal* **119**: 2145 – 2160.

Pravilnik o kvaliteti meda i ostalih pčelinjih proizvoda (2000) Narodne novine **20** (NN 20/2000).

Pravilnik o medu (2015) Narodne novine **53** (NN 53/2015).

Red Jade (2018) Red Jade. RedJade Panel Performance Metrics, <<https://support.redjade.net/support/solutions/articles/9000155088-redjade-panel-performance-metrics>> Pristupljeno 27. lipnja 2021.

Sensory Evaluation Division (1975) Institute of Food Technologists, SAD.

Škenderov S., Ivanov C. (1986) Pčelinji proizvodi i njihovo korišćenje, Nolit. str. 65 – 79.

Tomic O., Luciano G., Nilsen A., Giorgio L., Grethe H., Kirsten L. (2010) Analysing sensory panel performance in a proficiency test using the PanelCheck software. *European Food Research and Technology* **230(3)**: 497 – 511.

Tormod N., Brockhoff P., Tomic O. (2010) *Statistics for Sensory And Consumer Science*, Wiley & Sons. str. 1 – 4.

Vahčić N., Marković K., Hruškar M. (2017) Senzorske analize hrane, interna skripta za kolegij Senzorske analize hrane, Prehrambeno-biotehnološki fakultet.

Zhong Y. (2019) Evaluation Technologies for Food Quality, Woodhead Publishing. str. 7 – 22.

## Izjava o izvornosti

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

  
Mihaela Ljubić