

Učinkovitost panela pri senzorskoj procjeni meda

Šurić, Pina

Master's thesis / Diplomski rad

2016

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:159:921610>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-13**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PREHRAMBENO-BIOTEHNOLOŠKI FAKULTET

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, rujan 2016

Pina Šurić
697/USH

**UČINKOVITOST PANELA PRI
SENZORSKOJ PROCJENI MEDA**

Rad je izrađen u Laboratoriju za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji na Zavodu za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu pod mentorstvom prof.dr.sc. Nade Vahčić.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Diplomski rad

Sveučilište u Zagrebu
Prehrambeno-biotehnološki fakultet
Zavod za poznavanje i kontrolu sirovina i prehrambenih proizvoda
Laboratorij za kontrolu kvalitete u prehrambenoj industriji

Znanstveno područje: Biotehničke znanosti
Znanstveno polje: Prehrambena tehnologija

UČINKOVITOST PANELA PRI SENZORSKOJ PROCJENI MEDA

Pina Šurić, 697/USH

Sažetak: Senzorska analiza je znanstvena disciplina koja potiče, mjeri, analizira i interpretira reakcije onih karakteristika hrane i tvari koje se zapažaju osjetilima vida, mirisa, okusa, dodira i sluha. Senzorski panel provodi senzorsku analizu. Senzorski ocjenjivači moraju biti školovani i motivirani da bi se dobila kvalitetna procjena. Program Panelcheck služi za brzu analizu jednog ili više panela. Program omogućava jednostavni grafički prikaz rezultat koji sadrže statističke podatke, a vizualizirani su dijagramima. Cilj ovog rada je procjena učinkovitosti članova panela u senzorskom ocjenjivanju meda kadulje, kestena, bagrema, lipe, cvjetnog meda i medljikovca.

Ključne riječi: senzorski, panel, med, analiza

Rad sadrži: 46 stranica, 35 slika, 6 tablica, 25 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor: *prof. dr. sc. Nada Vahčić*

Stručno povjerenstvo za ocjenu i obranu:

1. Izv.prof.dr.sc. Ksenija Marković
2. Prof.dr.sc. Nada Vahčić
3. Prof.dr.sc. Draženka Komes
4. Prof.dr.sc. Ines Panjkota Krbavčić (zamjena)

Datum obrane: 28. rujan, 2016.

BASIC DOCUMENTATION CARD

Graduate Thesis

University of Zagreb
Faculty of Food Technology and Biotechnology
Department for Food Quality Control
Laboratory for Food Technology

Scientific area: Biotechnical Sciences
Scientific field: Food Technology

PANEL EFFICIENCY IN SENSORY EVALUATION OF HONEY

Pina Šurić, 697/USH

Abstract: Sensory analysis is a scientific discipline that encourages, measure, analyse and interpret the reaction of those characteristics of foods and substances that can be observed senses of sight, smell, taste, touch and hearing. Sensor panel conducts sensory analysis. Tasters must be trained and motivated to produce a quality assessment. Program Panelcheck used for rapid analysis of one or more panels. The program provides a simple graphical presentation of a result which contain statistical information, and visualized as diagrams. The aim of this study is to assess performance of the panel in the sensory evaluation the honey of sage, chestnut, acacia, lime, floral honey and Honeydew.

Keywords: *sensory, panel, analysis, assessors*

Thesis contains: 46 pages, 35 figures, 6 tables, 25 references

Original in: Croatian

Graduate Thesis in printed and electronic (pdf format) version is deposited in: Library of the Faculty of Food Technology and Biotechnology, Kačićeva 23, Zagreb.

Mentor: PhD. Nada Vahčić, Full professor

Reviewers:

1. PhD. Ksenija Marković Associate professor
2. PhD. Nada Vahčić Full professor
3. PhD. Draženka Komes Full professor
4. PhD. Ines Panjkota Krbavčić Full professor (substitute)

Thesis defended: 28 september, 2016

Sadržaj

1. UVOD	1
2. TEORIJSKI DIO	2
2.1 DEFINICIJA MEDA.....	2
2.2 VRSTE MEDA	2
2.3 KEMIJSKI SASTAV MEDA.....	4
2.3.1 Ugljikohidrati	4
2.3.2 Voda	5
2.3.3 Proteini i aminokiseline.....	5
2.3.4 Enzimi	6
2.3.5 Kiseline.....	6
2.3.6 Vitamini, mineralne tvari i elementi u tragovima.....	6
2.4 SENZORSKA ANALIZA	7
2.5 SENZORSKI PANEL	9
2.6 SENZORSKA SVOJSTVA MEDA	10
2.6.1 Boja i izgled meda.....	11
2.6.2 Okus i miris meda	12
2.6.3 Aroma meda	12
2.7 PROCJENA UČINKOVITOSTI SENZORSKE PROCJENE	14
3. EKSPERIMENTALNI DIO.....	18
3.1 MATERIJAL.....	18
3.2 METODE RADA	18
3.2.1 Senzorsko ocjenjivanje meda	18
3.2.2 Statistička obrada podataka	18
4. REZULTATI I RASPRAVA	19
4.1. SENZORSKA PROCJENA MEDA	20
4.2 UNIVARIJANTNA ANALIZA.....	23
4.2.1 Linijski dijagrami	23
4.2.2 Histogrami aritmetičke sredine i standardne devijacije.....	27
4.2.3 Dijagrami profila (Profile plot)	30
4.2.4 Grafovi temeljeni na rezultatima jednofaktorske anova-e.....	33
4.2.5 Dijagram „Ljuska jajeta“	38
4.3 MULTIVARIJANTNA ANALIZA	41
5. ZAKLJUČCI.....	44
6. LITERATURA.....	45

1. UVOD

Med posjeduje svojstva koja ga čine važnim dijelom pravilne prehrane. Ljekovitost meda ovisi o kvaliteti meda i o vrsti biljke iz koje je dobiven. Med ima jedinstveni sastav, a koristan je zbog svojih antimikrobnih i antioksidacijskih svojstava. Boja, okus, aroma i tekstura meda ovise o cvjetnom nektaru iz kojeg je dobiven (bagrem, lipa, kesten, ...). Med nije jednoličan proizvod, sastav mu se mijenja s obzirom na sastav sirovina od kojih pčela proizvodi med te ovisno o godišnjem dobu.

Kako bi se procijenila kvaliteta meda, osim fizikalno-kemijskih i instrumentalnih analiza, važne su senzorske analize meda koje uključuju ocjenjivanje izgleda (čistoće, bistrine i boje), okusa i mirisa. Senzorske analize provode školovani analitičari koji čine panel te ocjenjuju ove karakteristike meda na temelju stručnog znanja i propisanih Pravilnika. Dobiveni rezultati se obrađuju statističkim metodama, a u današnje vrijeme koristi se računalni program *PanelCheck*. Navedeni program na jednostavan i slikovit način prikazuje rezultate senzorskog ocjenjivanja panela uz pomoć različitih grafičkih prikaza te korisnik lako može procijeniti sposobnost članova panela i njihovu stručnost za provođenje senzorskih analiza.

Cilj ovog rada je procijeniti učinkovitost članova panela u senzorskom ocjenjivanju meda kadulje, kestena, bagrema, lipe, cvjetnog meda i medljikovca, utvrditi odstupanja kod ponovljenog ocjenjivanja istih uzoraka meda te zaključiti je li za pojedine članove panela potrebna dodatna edukacija i trening za procjenu pojedinih senzorskih parametara.

2. TEORIJSKI DIO

2.1 DEFINICIJA MEDA

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, 2015).

2.2 VRSTE MEDA

Osnovne vrste meda su:

Prema podrijetlu:

1. Cvjetni ili nektarni med je dobiven od nektara biljaka.
2. Medljikovac ili medun je med dobiven uglavnom od izlučevina kukaca (*Hemiptera*) koji žive na živim dijelovima biljaka ili od sekreta živih dijelova biljaka.

Prema načinu proizvodnje i/ili prezentiranja:

1. 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.
2. Med sa saćem ili med s dijelovima saća je med koji sadrži jedan ili više proizvoda iz podtočke 1. ove točke.
3. Cijedeni med je med koji se dobiva ocjeđivanjem otklopljenog saća bez legla.
4. Vrcani med je med dobiven vrcanjem (centrifugiranjem) otklopljenog saća bez legla.
5. Prešani med je med dobiven prešanjem saća bez legla, sa ili bez korištenja umjerene temperature koja ne smije prijeći 45°C.
6. Filtrirani med je med dobiven na način koji tijekom uklanjanja stranih anorganskih ili organskih tvari dovodi do značajnog uklanjanja peludi.

Pekarski med je med koji se koristi u industriji ili kao sastojak hrane koja se potom prerađuje i može imati strani okus ili miris, biti u stanju vrenja ili prevrio te biti pregrijan (Pravilnik, 2015).

Nektarni med pčele proizvode od nektara biljaka cvjetnica ili nektara vancvjetnih nektarija. Sveukupno ima oko 2000 vrsta medonosnog bilja, kultiviranih i divljih, te zeljastih i zeljastih od kojih pčele dobivaju nektar i pelud. Različite vrste meda dobile su ime po biljkama sa kojih pčele sakupljaju nektar (npr. bagrem, kesten). Med određene vrste dobiva se tamo gdje je rasprostranjena jedna medonosna biljka. S obzirom na to da pčele prilikom skupljanja nektara obično obilaze biljke iste vrste, možemo dobiti : med od jedne vrste (monoflorni med). Ako pčele sakupljaju med na različitim biljkama, dobivamo med, voćni med i druge poliforne medove (Josifović, 1970).

2.3 KEMIJSKI SASTAV MEDA

U sastav meda ulazi i do 70 različitih komponenata. Med je vrlo složena prirodna smjesa više šećera, vode, mineralnih tvari, vitamina i drugih sastojaka. Najzastupljeniji sastojak su ugljikohidrati i to najviše fruktoza i glukoza. Osim ugljikohidrata, med sadrži i male količine proteina (uključujući enzime) i aminokiseline. Sastav meda može varirati ovisno o vrsti i udjelu medonosnih biljaka, klimi, uvjetima u okolišu, te stručnosti pčelara. Kalorijska vrijednost meda je 302 kcal/100 g (Kulier, 2001).

2.3.1 Ugljikohidrati

Ugljikohidrati su glavni sastojak meda i njihov udjel iznosi 73-83%, što med čini prezasićenom otopinom šećera. Najzastupljeniji su fruktoza, s udjelom od 33,3-40,0% (prosječno 39,1%) i glukoza s udjelom od 25,2-35,3% (prosječno 30,3%). Ova dva monosaharida čine prosječno 88-95% ukupnih ugljikohidrata, daju medu slatkoću, energetska vrijednost te najviše utječu na njegova fizikalna svojstva kao što su viskoznost, gustoća, ljepljivost, sklonost kristalizaciji, higroskopnost te mikrobiološka aktivnost.

Kako je fruktoza količinski najzastupljeniji šećer u medu, tako je med u prosjeku 1,5 puta slađi od konzumnog šećera. Približno 95% šećera prisutnih u medu je fermentabilno, što je važno u proizvodnji medovine i pekarskih proizvoda. Međutim, med sa udjelom šećera višim od 83% i udjelom vode ispod 17,1% nije sklon fermentaciji ukoliko se pravilno skladišti (Vahčić i Matković, 2009).

Osim dva monosaharida u medu je identificirano 11 disaharida: saharoza (0,4-10,1%), maltoza (0,5-2,8%), izomaltoza (0,5-1,5%), nigerioza (0,2-1,0%), turanoza (0,5-1,5%), kobioza, laminoriboza, α - i β - trehaloza (<0,5%), i gentiobioza maltuloza i izomaltuloza melibioza (<0,5%). Također je prisutno i 12 oligosaharida: erloza (<3,5%), melecitoza (1,4- 11,0%), α - i β - izomaltozilglukoza, maltotrioza, 1-kestoza, panoza, centoza, izopanoza i rafinoza (<1%) te izomaltotetroza i izomaltopentoza (Vahčić i Matković, 2009).

2.3.2 Voda

Voda je poslije ugljikohidrata drugi najzastupljeniji sastojak meda i njezin se udjel u kreće između 15 i 23%. Pravilnik nalaže da med koji se stavlja na tržište ne smije imati više od 20% vode (Pravilnik, 2015).

Udjel vode značajno utječe na neka fizikalna svojstva meda (kristalizaciju, viskoznost, specifičnu težinu), a ovisi o klimatskim uvjetima, pasmini pčela, snazi pčelinje zajednice, vlažnosti i temperaturi zraka u košnici, uvjetima pri preradi i čuvanju, kao i o botaničkom podrijetlu meda, no velike razlike između pojedinih vrsta su relativno male (Škenderov i Ivanov, 1986).

Zbog higroskopnosti meda količina vode u njemu nije stalna veličina, već se za vrijeme čuvanja, u ovisnosti o vlažnosti zraka mijenja. Može se reći da je udjel vode najvažniji parametar kakvoće meda budući da određuje stabilnost meda i otpornost na mikrobiološko kvarenje (fermentaciju) tijekom čuvanja (Bogdanov i sur., 1999).

Općenito, što je veći udjel vode u medu veća je vjerojatnost da će osmofilni kvasci fermentirati med i tako uzrokovati gubitak okusa i kvarenje. Fermentacijom nastaje alkohol koji se u prisustvu kisika može razgraditi na octenu kiselinu i vodu što takvom medu daje kiseli okus (Zamora i Chirife, 2004).

2.3.3 Proteini i aminokiseline

Proteini i aminokiseline u medu su životinjskog (od pčela) i biljnog (iz peludi) podrijetla. Proteini u medu mogu biti u obliku prave otopine aminokiselina ili u obliku koloida, malih laganih čestica proteina koje lebde u medu, a utječu na formiranje nekih svojstava meda poput stvaranja pjene i zračnih mjehurića, tamnjenje, zamućenje ili kristalizaciju meda. Aminokiseline kondenzacijom s šećerima tvore žute i smeđe produkte što se očituje tamnjenjem meda, a do reakcije dolazi pri dugotrajnom skladištenju ili zagrijavanjem.

Neki znanstvenici smatraju da glavne količine proteina dopijevaju u med iz žlijezda slinovnica pčela prilikom prerade nektara i medljike, dok drugi zastupaju teoriju da je najveći izvor tih tvari pelud, koji je prilično bogat proteinima (10-35%). Udjel proteina u medu kreće se od 0-1,7%, a medljikovac sadrži više proteina od nektarnog (White, 1978).

Osim vezanih u obliku proteina, med sadrži i slobodne aminokiseline. Iako je udjel ukupnih proteina u medu mali, u njemu se nalazi otprilike 18 esencijalnih i neesencijalnih aminokiselina čiji omjeri variraju ovisno o biljnoj vrsti (Škenderov i Ivanov, 1986).

2.3.4 Enzimi

Jedna od karakteristika po kojoj se med razlikuje od ostalih zaslađivača je i prisustvo enzima. Med sadrži invertazu, dijastazu (amilazu), glukoza oksidazu, katalazu, kiselu fosfatazu, peroksidazu, polifenoloksidazu, esterazu, inulazu i proteolitičke enzime. Neki enzimi vode podrijetlo od pčela koje one dodaju u med prilikom prerade nektara, a ostali potječu iz peluda, nektara ili čak ponekad iz kvasaca i bakterija prisutnih u medu. Enzimi su vrlo značajne komponente meda budući da se njihova aktivnost smatra pokazateljem kakvoće, stupnja zagrijavanja i trajnosti te čuvanja meda. Enzimi, zajedno s proteinima u medu, daju medu svojstva koja se umjetnim putem ne mogu proizvesti niti nadomjestiti (Škenderov i Ivanov, 1986).

2.3.5 Kiseline

Med sadrži čitav niz organskih kiselina. Prvotno se smatralo da je glavna, gotovo jedina kiselina u medu, mravlja kiselina koju pčele dodaju radi njegovog konzerviranja, ali ta kiselina čini samo 10% ukupne kiselosti. Osim mravlje med sadrži i octenu, maslačnu, limunsku, glukonsku, mliječnu, vinsku, jabučnu, oksalnu, piroglutaminsku i benzojevu kiselinu. Ukupan udio kiselina u medu je 0,017-1,17%. Najviše ima glukonske kiseline koja nastaje djelovanjem glukoza oksidaze. Mnoge organske kiseline nalaze se u medu u obliku estera, značajnih mirisnih komponenti. U medu se također nalaze i fosfati, kloridi i sulfati. PH vrijednost meda kreće se od 3,2 do 6,5. Medljikovac ima veće pH vrijednosti od nektarnog meda (Škenderov i Ivanov, 1986).

2.3.6 Vitamini, mineralne tvari i elementi u tragovima

Med sadrži vitamine, ali ga kao namirnicu ne možemo smatrati bogatim izvorom vitamina. Glavni izvor vitamina za pčele je pelud. Med sadrži relativno veću količinu vitamina B grupe (tiamin, riboflavin, nijacin, pantotenska kiselina). Vitamin C uglavnom se nalazi u medu u saću jer se inače tijekom manipulacije meda gubi. Kada je iz meda uklonjen sav pelud filtracijom, on ostaje potpuno bez vitamina (Balen, 2003).

Pčelinji med sadrži gotovo sve elemente koji su od velike važnosti za ljudski organizam. U nektarnom medu ima manje mineralnih soli (0,02-1,14%) nego u medljikovcu (0,29-1,29%). Elementi koje sadrži med zastupljeni su u različitim količinama. Prevladavaju kalij, natrij,

kalcij, fosfor, sumpor, klor, magnezij, željezo i aluminij, a u neznatnim količinama nalaze se bakar, mangan, krom, cink, olovo, arsen, titan i dr. Neki elementi nalaze se samo u tragovima, a količina drugih je u stotinama miligrama (Škenderov i Ivanov, 1986).

2.4 SENZORSKA ANALIZA

Senzorska analiza je znanstvena disciplina koja potiče, mjeri, analizira i interpretira reakcije onih karakteristika hrane i tvari koje se zapažaju osjetilima vida, mirisa, okusa, dodira i sluha (Lawless i Heymann, 2010). Principi senzorske procjene zasnivaju se na procjeni pojedinih svojstava od strane ljudskih osjetila.

Senzorske metode moraju se provoditi znanstvenim pristupom u kontroliranim uvjetima kako bi se utjecaji okoline, odstupanja i pogreške analitičara sveli na najmanju moguću mjeru.

Objektivna senzorska procjena obuhvaća dva tipa testova:

1. Testovi razlika kao što su upoređenje u paru, duo-trio test, test u trokutu, A-neA, rjeđe korišteni ABX i testovi sortiranja (Lawless i Heymann, 2010).
2. Opisni (deskriptivni testovi) kao što su strukturirano skaliranje, profil okusa, profil teksture, kvantitativna deskriptivna analiza, vrijeme-intenzitet opisna analiza, profil slobodnog izbora, „spectrum“ metoda.

Subjektivna senzorska analiza temelji se na testovima sklonosti (kvantitativni i kvalitativni) čija je svrha prikupljanje mišljenja potrošača.

Provođenje senzorske analize strogo je kontroliran postupak koji obuhvaća:

- kontrolu prostora, kabine, svjetla, temperature, zraka
- kontrolu proizvoda, izbor uzoraka, pripremu, kodiranje, serviranje
- kontrolu ocjenjivača, količinu uzoraka, način kušanja, zadržavanje u ustima, izbacivanje i gutanje, obrasce (Primorac, 2005).

Za definiranje senzorskih svojstava proizvoda često se koriste slijedeći senzorski parametri: miris, okus, tekstura, zvuk i izgled.

MIRIS proizvoda se osjeti kada mirisne hlapljive molekule nošene plinom dolaze do njušnog organa, odnosno nosa. Osjet mirisa osim udisajem može nastati i izdisajem, što se postiže

prilikom istodobnog okusnog i olfaktornog ispitivanja hrane. Optimalni osjet mirisa nastaje umjerenim njušenjem u trajanju jednu do dvije sekunde. Mirisne supstance koje se koriste kao standardi moraju biti stabilne i pogodne za čuvanje kroz određeni vremenski period. Kako bi se izbjegao zamor ocjenjivača ne može se tesirati više od 10 mirisa u jednoj sekciji, a između svakog testiranja mora proći barem dvadeset minuta (Mandić i Perl, 2006).

OKUS se definira kao suma percepcija koje rezultiraju zbog stimulacije krajeva osjeta koji su grupirani na ulazu probavnog i dišnog sustava. Okus je vrsta osjeta koji obuhvaća slatko, slano, gorko i kiselo, a tome se pridružuje umami okus i metalan okus. Receptori za okus su okusne stanice unutar okusnih pupoljaka koji se nalaze unutar usne šupljine. Postoje tri vrste okusnih bradavica, a to su: okružene bradavice (*papillae vallatae*), gljivaste bradavice (*papillae fungiformes*) i lisnate bradavice (*papillae foliate*).

Jačina okusa osjeta ovisi o koncentraciji otopljene tvari, mjestu koje se podražuje, trajanju podražaja, viskoznosti, kemijskom stanju sline i temperaturi (Mandić i Perl, 2006).

TEKSTURA je svojstvo koje je rezultat načina na koji su različiti strukturni elementi uklopljeni u mikro i makro strukturu te posljedice njihovih vanjskih manifestacija u smislu tečenja i deformacija. Za ocjenjivanje konzistencije kod tekućina ili teksture kod krutina, odnosno polukrutina, najširu primjenu ima metoda kušanja (žvakanja). Prilikom kušanja najčešće se ocjenjuje žilavost, elastičnost, tvrdoća, mekoća i nježnost proizvoda (Mandić i Perl, 2006).

ZVUK nastaje za vrijeme žvakanja hrane ili rukovanja materijalom. Zvuk se temelji na osjetu sluha, a sluh je osjetno područje u kojem se mjeri titranje valova. Mjeri se jakost glasa, buke i postojanost zvukova koji nastaju od hrane.

IZGLED je optičko svojstvo na kojem se bazira odluka o kupnji i konzumiranju. Glavne karakteristike izgleda su boja, oblik i veličina, bistroća i pjenjenje. Boja je važno senzorsko svojstvo (Lawless i Heymann, 2010).

2.5 SENZORSKI PANEL

Senzorski panel je grupa ocjenjivača koja sudjeluje u senzorskim analizama (ISO 5492:2008). Panel je skupina ocjenjivača, izabranih posebnim testovima i uvježbanih, kako bi njihova osjetila funkcionirala na način da primjećuju i najmanje razlike u ispitivanom uzorku. Broj članova ovisi o metodi. Najmanje može sudjelovati 5, a najčešće 10 ocjenjivača. Ocjenjivač je svaka osoba koja sudjeluje u senzorskom ispitivanju te može biti neiskusna ocjenjivač-osoba koja nije zadovoljila jedan od kriterija za senzorskog analitičara i upućeni ocjenjivač-osoba koja je već prije sudjelovala u senzorskom ispitivanju.

Senzorska analiza mora imati instrument za mjerenje određenih parametara. U senzorskoj analizi mjereni instrument je čovjek sa svojim osjetilima. Svaki pojedinac ima vlastiti unikatni program koji je zapravo dio životnog iskustva.

Da bi se varijabilnost svela na minimum ocjenjivači koji sudjeluju u senzorskoj analizi moraju biti odabrani i motivirani.

Skupina ocjenjivača odabranih da sudjeluju u senzorskom ocjenjivanju naziva se senzorski panel. Vođa panela je osoba zadužena za odabir metode, skale, statističku obradu i prezentiranje rezultata testiranja, kao i kontrolu ocjenjivača. Preporuča se da se u senzorsku analizu ne uključuju one osobe koje su direktno uključene u proizvodnju, razvoj i pripremu proizvoda koji treba testirati. Odabir, obuka i nadzor ocjenjivača definirani su standardom (ISO 8586:2012). Podrazumijeva se da je za pouzdano senzorsko ocjenjivanje, odnosno ispitivanje specifičnih karakteristika hrane neophodno da ocjenjivači imaju zdrava osjetila i normalnu sposobnost registriranja i razlikovanja (Anonymous 1, 2008).

2.6 SENZORSKA SVOJSTVA MEDA

Boja, okus i miris najvažnija su senzorska svojstva meda, a ovise o biljnom podrijetlu meda te o uvjetima prerade i čuvanja. Njihova analiza ima značajnu ulogu u definiranju ukupnih svojstava meda. Za neke vrste meda kemijsko-fizikalne analize ne pružaju dovoljno karakterističnih vrijednosti stoga je senzorska analiza postala neizostavan proces u procjeni kvalitete meda.

Do 1960-ih senzorska analiza se bazirala na osobnom iskustvu profesionalnih ocjenjivača. Tadašnje tehnike su bile jednostavne i jeftine, ali im je nedostajao faktor reproducibilnosti (ponovljivost) koji su imale analitičke metode.

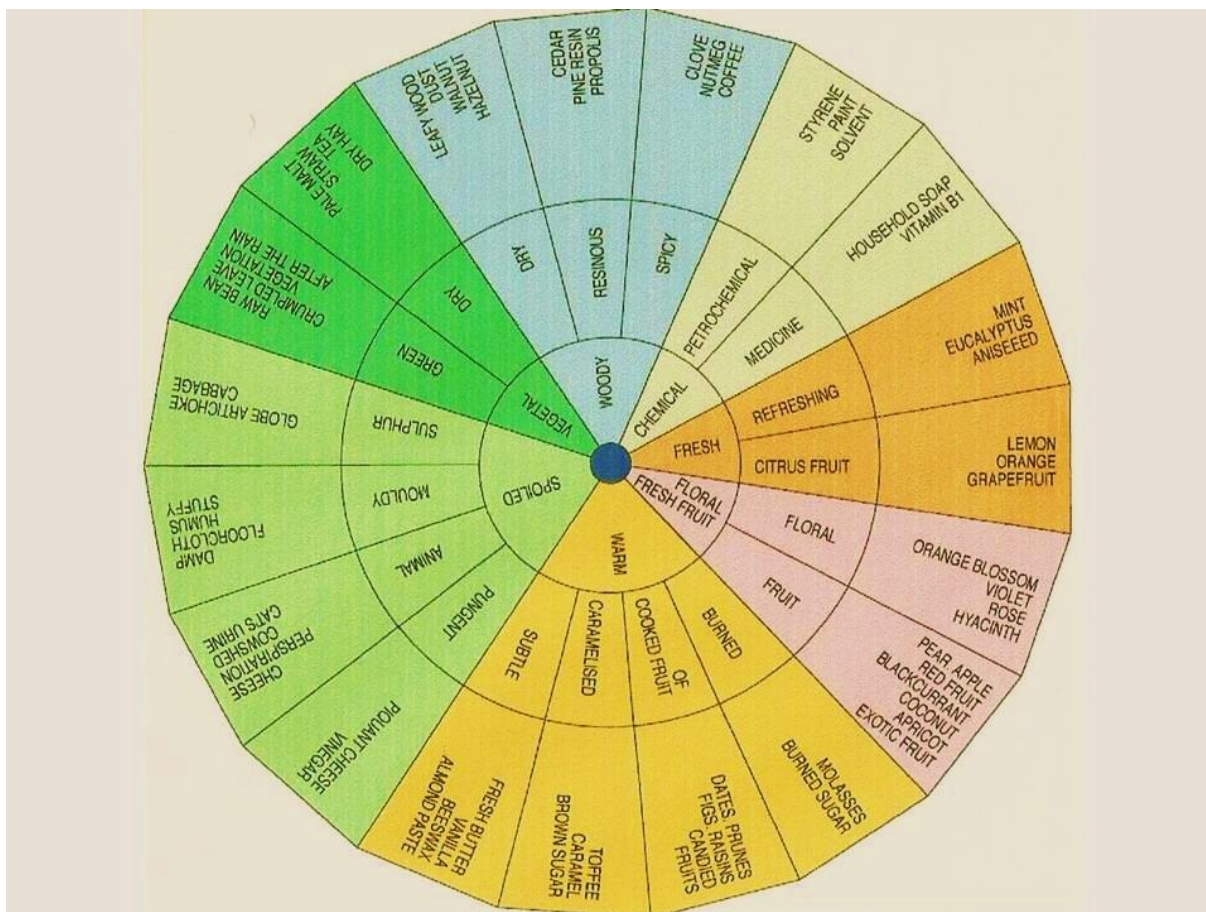
U drugom dijelu dvadesetog stoljeća, razvile su se nove i poboljšane senzorske metode koje su koristile panel ocjenjivača, definirane i kontrolirane eksperimentalne protokole i statističke metode za obradu podataka. Rezultati su postali reproducibilni, no viši troškovi i kompleksnost su ograničili upotrebu na razvoj novih proizvoda, a ne na rutinske postupke za praćenje procesa i kvalitete proizvoda.

Senzorske analize meda prvo su se koristile u Francuskoj uz tradicionalne tehnike koje je razvio Gonnet sa suradnicima. U Italiji su prihvaćene Gonnetove ideje stoga je puno truda uloženo u trening ocjenjivača i panela te je osnovan Talijanski registar ocjenjivača za senzorsko ocjenjivanje meda. Gonnetov rad se koristio i razvio u drugim europskim zemljama kao na primjer Španjolskoj.

1990-ih došlo je do novih pomaka u razvoju i primjeni novih modernih tehnika u senzorskoj analizi. 1998. godine osnovana je radna grupa od strane Međunarodnog odbora s ciljem proučavanja senzorskih analiza koje se primjenjuju na med (Piana i sur., 2004).

Senzorska procjena koristi se za interpretaciju sveukupnih analitičkih podataka stoga je bilo potrebno sastaviti usklađeni rječnik. Taj rječnik se odnosi na sve karakteristike i izraze koji se koriste u senzorskom opisivanju europskih vrsta meda, osim mirisa i arome. Stoga je tim belgijskih stručnjaka razvio standardiziranu terminologiju za miris i aromu te je osmišljen kotač mirisa i arome za med sličan već postojećim modelima kotača za vino, pivo i sir.

Izrazi su smješteni na kotač koji je podijeljen na sektore i podsektore kao što je vidljivo na slici (Bruneau i sur., 2000).



Slika 1. „Kotač“ mirisa i arome meda (Bruneau i sur., 2000)

2.6.1 Boja i izgled meda

Potrošači znaju da boja meda varira i da se može kretati od svijetlo žute, žute, zelenkaste do crvenkaste. Izrazito svijetle boje je bagremov med, a tamnosmeđe je med kestena. Boja ostalih vrsta meda kreće se u tom rasponu nijansi. Vizualna procjena meda može pomoći u poznavanju botaničkog porijekla, stupnju termičkog tretmana i prisutnosti defekata.

Cijena meda ovisi o boji te blago obojeni med, bagremov ili citrusni, postiže visoku cijenu.

Boja je određena i udjelom karotenoida, flavanoida, klorofila, antocijanina, tanina i šećera. Med postaje tamniji pri kondenzaciji proteina i aminokiselina sa reducirajućim šećerima (Maillardove reakcije) pri čemu nastaju melanoidi. Prozirnost i bistrina ovise o količini čestica kao što je pelud. Općenito, proljetni med je svijetliji, a kasni ljetni tamniji (Vahčić i Matković, 2009).

Najjednostavniji sistem koji se koristi za u industriji hrane za vizualno uspoređivanje koji uspoređuje boju uzoraka meda u odnosu na staklene filtere i daje rezultate u milimetrima u Pfund skali (Tuberoso i sur., 2014).

2.6.2 Okus i miris meda

Okus i miris meda ovise o sastavu hlapljivih komponenti, prisutnih u samoj namirnici i prostoru iznad nje, koje s vremenom čuvanje hlape. Punoću i prepoznatljivost okusa čini slatkoća koja ovisi o udjelu i omjeru glukoze, fruktoze, aminokiselina, eteričnih ulja i organskih kiselina. Tako se okus meda kreće od slatkog do gorkog kao što je med kestena. Poslije fermentacije med poprima kiseo okus (Anklam, 1998).

Miris meda većinom ovisi o biljci od koje je dobiven. Mirisne tvari su lako hlapljive pa čuvanjem ili zagrijavanjem miris slabi ili nestaje. Neke vrste meda nemaju specifičan miris dok neke poput kestena i lavande imaju. Mirisne tvari mogu se podijeliti u tri skupine: karbonilni spojevi (aldehidi i ketoni), alkoholi i esteri. U prvu skupinu ubrajaju se formaldehid, acetaldehid, propilaldehid, aceton i dr. U drugoj skupini nalaze se propanol, izopropanol, etanol, butanol, pentol, fenol i dr. U trećoj skupini su metilni i etilni spojevi mravlje, octene, propionske, benzojeve i drugih kiselina. U mirisne spojeve ubraja se i hidroksimetilfurfural. Med sadrži preko 50 spojeva koji doprinose mirisu (Škenderov i Ivanov, 1986).

2.6.3 Aroma meda

Aroma meda potječe od esencijalnih ulja, terpena, aromatičnih aldehida, diacetila, diacetilkarbamata, hlapljivih i nehlapljivih kiselina. Svježi med je aromatičniji. Aroma hlapi čim med kristalizira jer se eterična ulja uklapaju u kristale. Tijekom Maillardovih reakcija kao produkti razgradnje fenolnih kiselina nastaju aromatski karbonili kao vanilin, benzaldehid, fenilacetaldehid i acetofenon. Oni snažno pridonose aromi meda. Pronađeni su u vrlo niskim udjelima u medu suncokreta, kestena, naranče, bagrema i eukaliptusa (Anklam, 1998).

Tablica 1 prikazuje senzorske značajke nekih vrsta meda porijeklom iz Republike Hrvatske

Tablica 1. Senzorske značajke nekih vrsta meda porijeklom iz Republike Hrvatske (Vahčić i Matković, 2009).

VRSTA MEDA	SENZORSKE ZNAČAJKE
Bagremov med	stakleno proziran, gotovo bezbojan, izrazito svijetao, blijedo zelene nijanse koja može ići u svijetlo žutu, blagog mirisa, okusa i arome
Kaduljin med	svijetložut do blago zelen, izrazitog mirisa na cvijet, ugodnog okusa, pomalo gorak
Kestenov med	tamnožut do smeđi, jakog mirisa po biljci, trpko-gorkog okusa
Lipov med	bistre, prozirno, svijetložute do zelenkaste boje, jakog mirisa po cvijetu, oštar, ali ugodan okus
Livadni med	svijetlo do tamnožute boje, crvenkast, miris i ugodan, posebno izražen na dominantnu biljku, okus ugodan, izražen, sladak
Med od bjelogorične hrastove medljike	tamnocrvenkast, gust, slabog mirisa po i hrastu, opora okusa, pali u grlu, na karamelu
Med od crnogorične jelove medljike	tamnozeleno boje, ugodna okusa i mirisa

2.7 PROCJENA UČINKOVITOSTI SENZORSKE PROCJENE

Senzorsko profiliranje, mjerenje kvalitete karakteristika određenog proizvoda, tradicionalno provode trenirani senzorski paneli. Ocjenjivači, članovi senzorskih panela, obično su trenirani kako bi ocjenjivanje provodili na sličan način, ali u većini slučajeva mogu se vidjeti očite razlike u njihovim rezultatima. To može biti na primjer zbog korištenja drugačijih ljestvica ili drugačije osjetljivosti prema nekim karakteristikama. Nasumična varijacija ili greška često je važan izvor za uočene individualne razlike. Kako bi se osigurao zadovoljavajući rad panela, važno je proučiti neželjene varijacije među ocjenjivačima i provesti korektivne radnje kako bi se otklonile te varijacije. To se odnosi na procjenu ponovljivosti te procjene ocjenjivača u usporedbi s ostalim ocjenjivačima u panelu. Postoje razni korisni alati za analizu koji se mogu koristiti za procjenu i interpretaciju rada senzorskih panela. Neke od tih metoda mogu biti kompleksne i zahtijevaju dobro poznavanje statistike od strane korisnika kako bi se rezultati interpretirali sa sigurnošću. Grafički temeljene metode mogu biti način da se brzo i učinkovito vizualizira rad panela na jednostavan i shvatljiv način (Tomić i sur., 2007).

Trenirani senzorski paneli su važni alati pri procjeni kvalitete hrane i ostalih proizvoda. Međutim, postoje brojni problemi vezani za treniranje, stabilnost i održavanje kvalitete panela. Brojne metode su razvijene kako bi se postigao bolji rad panela. Te tehnike mogu otkriti nedostatak preciznosti (ponovljivost), nesklad (reproducibilnost), i sposobnost ili nesposobnost utvrđivanja razlike između uzoraka. Ovaj oblik informacija je vrlo koristan za poboljšanje kvalitete podataka za buduća razdoblja razmjene podataka kroz pojačanu i ciljanu obuku o problematičnim pitanjima. Veće kompanije koje provode senzorske procjene od strane panela na brojnim geografskim lokacijama su često predmet dodatnih izazova (Tomić i sur., 2009).

Temeljito provedena kontrola kvalitete i razvoja proizvoda zahtjeva da su svi senzorski paneli dobro međusobno usklađeni. Eliminira potencijalne razlike i dopušta usporedbu njihovih rezultata. Kada brojni senzorski paneli procjenjuju isti asortiman uzoraka, općenita pitanja provedbe (kroz više panela) mogu dopuniti već postojeća pitanja provedbe (unutar jednog senzorskog panela). To dodatno komplicira usporedbu rezultata svakog uključenog panela. Tehnike za međulaboratorijski test su dostupne, ali većina ih je razvijena za klasičnu kemijsku usporedbu unutar laboratorija i manje su usmjerene na neke specifičnije aspekte senzorskih analiza kao što su oni prethodno navedeni (Tomić i sur., 2009).

Predložena strategija tijekom rada predstavlja put koji se može pratiti kada se analizira novi niz podataka i koji primjer može biti korišten u bilo kojem trenutku procesa analize podataka. Obzirom da svaki niz podataka može imati svoje jedinstvene karakteristike, ponekad je potreban jedinstveni pristup i drugi redoslijed metoda i grafičkih prikaza koji se koriste za analizu. U predloženom tijeku rada, dobra početna točka može biti (ili dvosmjerna ili trosmjerna) ANOVA kako bi se odredile važne karakteristike na 5% razini značajnosti, npr. $P < 0,05$. Nebitne karakteristike koje su blizu važnosti se također mogu uzeti u obzir, obzirom da je dovoljno samo nekoliko ocjenjivača da se karakteristike promijene od bitnih na nebitne. Karakteristike koje su daleko od toga da su bitne (recimo P vrijednosti od 0,1 i više) mogu se odbaciti uz veliku vjerojatnost da ne postoje razlike između testiranih uzoraka. Ovaj isključni limit izabire vođa panela koji ima potpuno znanje o testiranim proizvodima i zna koliko dobro ocjenjivači njegovog senzorskog panela rade. „Tucker-1“ grafički prikazi uzajamnih opterećenja uneseni u PanelCheck software baziraju se na prosječnim ponavljanjima, npr. ne sadrže informacije o ponavljanju. Međutim, daju brzu dijagnostiku koju mogu potvrditi drugi grafički prikazi posebno podešeni da prikažu određenu vrstu problema. Ovisno kako su ocjenjivači razvrstani po grafičkim prikazima, može se ustanoviti nesklad u rangiranju uzoraka, slaboj sposobnosti razlikovanja uzoraka ili recipročnim učincima ako se ljestvica intenziteta okrene obrnuto. Manhattan grafički prikazi se mogu koristiti kao alat za promatranje kako bi se utvrdila odstupanja u radu koja se temelje na uzorcima pronađenim u grafičkim prikazima. Slijedeći predloženi grafički prikazi su oni koji se temelje na jednosmjernoj ANOVA-i i izvedeni na pojedinačnim matricama podataka X_i svakog pojedinca. Ti grafički prikazi su $p \cdot \text{MSE}$, F i MSE grafički prikazi. Ako ocjenjivač leži, npr. blizu centra „Tucker-1“ grafičkog prikaza uzajamnih opterećenja, razlog tome često je slaba sposobnost razlikovanja određenog ocjenjivača u usporedbi s drugima koji su bliži vanjskoj elipsi. Ovo mogu potvrditi $p \cdot \text{MSE}$ ili F grafički prikazi. Ukoliko se slabo razlikovanje uzoraka ne može potvrditi niti jednosmjernim ANOVA grafičkim prikazom, drugi vjerojatni scenarij možda uzrokuje neslaganje. U tom slučaju „problematicni“ ocjenjivač se ne slaže s temeljnom strukturom koju prikazuje „Tucker-1“ uz prve dvije glavne komponente. Taj određeni ocjenjivač može dobro razlikovati uzorke, međutim, ne na isti način kao konsenzus panela. Stoga, takav ocjenjivač može pokazati sustavne varijacije u trećoj ili višim glavnim komponentama. To mogu potvrditi profilni grafički prikazi. Ako niti jedan od prethodno spomenutih grafičkih prikaza ne omogućuje dobivanje zaključka, rješenje mogu omogućiti linijski grafički prikazi za vizualiziranje neobrađenih podataka svakog uzorka. Proučavanje detalja na neobrađenim podacima može pomoći kako bi se otkrile pojedinosti koje nisu pokrivena drugim grafičkim prikazima. Uz pomoć strategije tijekom rada,

moguće je analizirati jednu karakteristiku u trenutku i završiti analizu nakon procjene svih karakteristika (Tomić i sur., 2009).

Tomić i suradnici su predstavili i opisali sve grafičke metode, vizualizirajući varijacije u opisnim podacima na uzorcima. Tip podataka prikazan u svakom grafičkom prikazu je jedinstven i može se koristiti neovisno o drugim grafičkim metodama. Međutim, puno je smislenije koristiti te metode kao skup grafičkih prikaza koji nadopunjuju jedan drugi. Na taj način korisnik dobiva bolji pregled podataka, što povećava mogućnost da se otkriju dobre i loše strane pojedinih ocjenjivača i panela kao cjeline (Tomić i sur., 2009).

Tomić i suradnici izdvojili su ključne podatke u radu koji je rezultat projekta danskih, norveških, švedskih i engleskih istraživanja. 26 senzorskih panela testiralo je niz od 5 uzoraka slatkiša proizvedenih prema eksperimentalnom dizajnu s 3 ponavljanja koristeći 9 karakteristika. Obzirom da su se paneli razlikovali prema veličini, najmanje s 3 ocjenjivača i najviše 15 ocjenjivača, veličina podataka iz svakog panela se stoga razlikovala. Za dostupne podatke prvo je provedena analiza rada na općoj razini, koja se temelji na podacima iz svih 26 panela gdje je svaki panel tretiran kao da je "pojedini" ocjenjivač. To znači da nije vizualiziran rad pojedinca nego rad panela kao cjeline u usporedbi s drugim panelima. Kao rezultat, 3 od 26 panela je određeno za daljnju analizu na detaljnijoj lokalnoj razini. To uključuje vizualizaciju rada pojedinačnih ocjenjivača iz svaka od ova tri panela. U oba slučaja, iste metode su primjenjene kako bi se prikupile informacije o radu. Korištene metode uključivale su mješani model ANOVA, „Tucker-I“ grafičke prikaze, Manhattan grafičke prikaze, jednosmjernu ANOVA koja se temelji na F, MSE i $p \cdot \text{MSE}$ grafičkim prikazima i linijske grafičke prikaze. Tomić i suradnici navode jednostavne grafičke tehnike koje mogu koristiti za istraživanje rada pojedinačnih ocjenjivača i za otkrivanje individualnih razlika među ocjenjivačima u senzorskom panelu. Vizualiziranjem različitih tipova informacija u nizu različitih grafičkih prikaza vođa panela može prikupiti važne informacije bez potrebe opsežnog statističkog znanja. Zajedničke informacije dobivene iz grafičkih prikaza mogu se koristiti kao osnova za selektivnu edukaciju kako bi se poboljšao rad pojedinih ocjenjivača i panela kao cjeline.

Naes i Kowalski (1989) navode primjer senzorskih podataka prikupljenih procjenom graška u različitim stadijima zrelosti od strane senzorskog panela. Panel se sastojao od 10 ocjenjivača koji su ocjenjivali 6 karakteristika (okus graška, slatkoća, voćni okus, bez okusa, brašnjavost i tvrdoća) na ljestvici od 1 do 9. Niz od 60 uzoraka je testiran s dva ponavljanja po uzorku.

Grafički prikazi korišteni tijekom procjene panela uključivali su linijske grafičke prikaze s fokusom na uzorku ili ocjenjivaču, ANOVA-u, F, MSE i $p \cdot \text{MSE}$ grafičke prikaze kao i „*Eggshell*“ grafičke prikaze te korelacijske grafičke prikaze (Tomić i sur., 2007).

3. EKSPERIMENTALNI DIO

3.1 MATERIJAL

Senzorska procjena provedena je na 6 uzoraka meda (uzorak meda kestena, uzorak cvjetnog meda, uzorak bagremova medu, uzorak kaduljinog meda, uzorak medljikovca, uzorak meda lipe) podrijetlom iz Republike Hrvatske. U senzorskom ocjenjivanju sudjelovalo je 5 senzorskih analitičara koji su činili senzorski panel. Ocjenjivano je 6 uzoraka meda sa dvostrukim ponavljanjem, a parametri koji su se ocjenjivali su: čistoća, bistrina, boja, miris i okus meda.

3.2 METODE RADA

3.2.1 Senzorsko ocjenjivanje meda

Senzorska procjena uzoraka meda provedena je u Laboratoriju za senzorsku analizu Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta koji predstavlja odgovarajući prostor za senzorske analize hrane u skladu sa zahtjevima ISO standarda (ISO 8589:2007). Prethodne fizikalno-kemijske analize pokazale su da med udovoljava svim zahtjevima kvalitete uključivši ocjenu za urednost uzoraka i udjel vode. Ocjenjivanje je provedeno od strane međunarodnog peteročlanog tima senzorskih analitičara s višegodišnjim iskustvom u senzorskoj procjeni meda. Svaki senzorski analitičar imao je tijekom ocjenjivanja meda na stolu bocu s vodom, čašu, potreban broj žličica (za svaki uzorak novu žličicu), komadiće bijeloga kruha i/ili komadiće jabuka, posudu za rabljene žličice i pljuvačnicu.

3.2.2 Statistička obrada podataka

Eksperimentalni podaci, senzorske procjene uzorka meda, od strane panela od pet senzorskih analitičara, obrađeni su i interpretirani primjenom statističkih metoda. Primijenjeni su računalni programi: Microsoft Office 2010 i Microsoft Excel te programski paket PanelCheck (V 1.4.0) (PanelCheck software, 2016).

Panelcheck kao jedan od programa služi za brzu analizu jednog ili više panela. Program omogućava jednostavni grafički prikaz rezultat koji sadrže statističke podatke, a vizualizirani su u različitim dijagramima.

4.REZULTATI I RASPRAVA

Rezultati senzorske procjene uzoraka meda bagrema, kadulje, kestena, lipe, livadnog meda i medljikovca prikazani su u tablicama 1. do 5. Svaka tablica prikazuje ocjene pojedinog analitičara za sve uzorke meda i za svako senzorsko svojstvo. Analitičari su ocjenjivali pet senzorskih svojstava: čistoću, bistrinu, boju, miris i okus. Svaki uzorak je ocijenjen u dva ponavljanja.

Procjena učinkovitosti panela provedena je statističkim metodama, primjenom programskog paketa *Panelcheck*.

Statistička obrada rezultata senzorske procjene 6 uzoraka meda od strane 5 senzorskih analitičara na razini dvaju paralelnih ocjenjivanja podijeljena je u 2 dijela.

Rezultati univarijantne analize prikazani su linijskim dijagramima (slike 2. do 7.), histogramima aritmetičkih sredina i pripadajućih standardnih devijacija za svako senzorsko svojstvo (slike 8. do 12.), dijagramima profila pojedinog senzorskog svojstva (slike 13. do 17.), grafovima temeljenima na rezultatima jednofaktorske ANOVA-e (slike 18. do 25.) i dijagramima „ljuske jajeta“ (slike 26. do 30.).

Rezultati multivarijantne analize prikazani su Tuckerovim dijagramima (slike 31. do 35.).

4.1. SENZORSKA PROCJENA MEDA

Tablica 2. Rezultati senzorske procjene uzoraka meda kestena, kadulje, lipe, bagrema, medljikovca i cvjetnog meda od strane senzorskog analitičara „SA-1“

Analitičar	Uzorak	Ponavlj.	Senzorsko svojstvo				
			Čistoća	Bistrina	Boja	Miris	Okus
SA1	1	1	5	5	5	4,5	4,5
SA1	1	2	5	5	5	5	5
SA1	2	1	5	5	5	4	4,5
SA1	2	2	5	5	5	4,5	5
SA1	3	1	5	5	5	5	5
SA1	3	2	5	5	5	4	4
SA1	4	1	5	5	5	4,5	5
SA1	4	2	5	5	5	4,5	5
SA1	5	1	5	5	5	4	4
SA1	5	2	5	5	5	4	4
SA1	6	1	5	5	5	4	4,5
SA1	6	2	5	5	5	4	4

Tablica 3: Rezultati senzorske procjene meda kestena, kadulje, lipe, bagrema, medljikovca i cvjetnog meda od strane senzorskog analitičara „SA-2“

Analitičar	Uzorak	Ponavlj.	Senzorsko svojstvo				
			Čistoća	Bistrina	Boja	Miris	Okus
SA2	1	1	5	4	5	5	5
SA2	1	2	5	5	5	4	5
SA2	2	1	5	5	5	4	4
SA2	2	2	5	5	5	4	4
SA2	3	1	5	5	4	4	4
SA2	3	2	5	5	5	5	5
SA2	4	1	5	5	5	4	4
SA2	4	2	5	5	5	5	4
SA2	5	1	5	4	5	5	5
SA2	5	2	5	4	5	4	4
SA2	6	1	5	4	5	4	4
SA2	6	2	5	4	5	5	5

Tablica 4: Rezultati senzorske procjene meda kestena, kadulje, lipe, bagrema, medljikovca i cvjetnog meda od strane senzorskog analitičara „SA-3“

Analitičar	Uzorak	Ponavlj.	Senzorsko svojstvo				
			Čistoća	Bistrina	Boja	Miris	Okus
SA3	1	1	5	5	5	5	5
SA3	1	2	5	5	5	4,5	5
SA3	2	1	5	5	5	4	4,5
SA3	2	2	5	5	5	4,5	4,5
SA3	3	1	5	5	5	4	4
SA3	3	2	5	5	5	5	4,5
SA3	4	1	5	5	5	5	5
SA3	4	2	5	5	5	5	5
SA3	5	1	5	5	5	5	4
SA3	5	2	5	5	5	5	4
SA3	6	1	5	5	5	4	5
SA3	6	2	5	5	5	5	5

Tablica 5: Rezultati senzorske procjene meda kestena, kadulje, lipe, bagrema, medljikovca i cvjetnog meda od strane senzorskog analitičara „SA-4“

Analitičar	Uzorak	Ponavlj.	Senzorsko svojstvo				
			Čistoća	Bistrina	Boja	Miris	Okus
SA4	1	1	5	5	5	5	4
SA4	1	2	5	5	5	4	4
SA4	2	1	5	5	5	5	4,5
SA4	2	2	5	5	5	4,5	5
SA4	3	1	5	5	5	4,5	5
SA4	3	2	5	5	5	5	5
SA4	4	1	5	5	4,5	4	4,5
SA4	4	2	5	5	4	4,5	5
SA4	5	1	5	4,5	5	4	4
SA4	5	2	5	4,5	5	4,5	5
SA4	6	1	5	4,5	5	4	4
SA4	6	2	5	4,5	5	4,5	4,5

Tablica 6: Rezultati senzorske procjene meda kestena, kadulje, lipe, bagrema, medljikovca i cvjetnog meda od strane senzorskog analitičara „SA-5“

Analitičar	Uzorak	Ponavlj.	Senzorsko svojstvo				
			Čistoća	Bistrina	Boja	Miris	Okus
SA5	1	1	5	5	4,5	4	3,5
SA5	1	2	5	5	4,5	3,5	3
SA5	2	1	5	5	4,5	5	3,5
SA5	2	2	5	5	5	4,5	4,5
SA5	3	1	5	5	5	4,5	4,5
SA5	3	2	5	5	5	5	5
SA5	4	1	5	5	5	4,5	4,5
SA5	4	2	5	4,5	5	4,5	4,5
SA5	5	1	5	4,5	5	5	4,5
SA5	5	2	5	4,5	5	4,5	4,5
SA5	6	1	5	4,5	5	4	4
SA5	6	2	5	5	5	4	4

U tablici 2. prikazani su rezultati senzorske procjene 6 uzoraka meda od senzorskog analitičara broj 1. Niže ocjene su dobili parametri „miris“ i „okus“, dok su parametri „čistoća“, „bistrina“ i „boja“ jednako ocijenjeni najvišom ocjenom.

U tablici 3. prikazani su rezultati senzorske procjene 6 uzoraka meda od senzorskog analitičara broj 2. Najvišom istom ocjenom ocijenjen je parametar „čistoća“, dok su drugi parametri ocijenjeni nižim i različitim ocjenama.

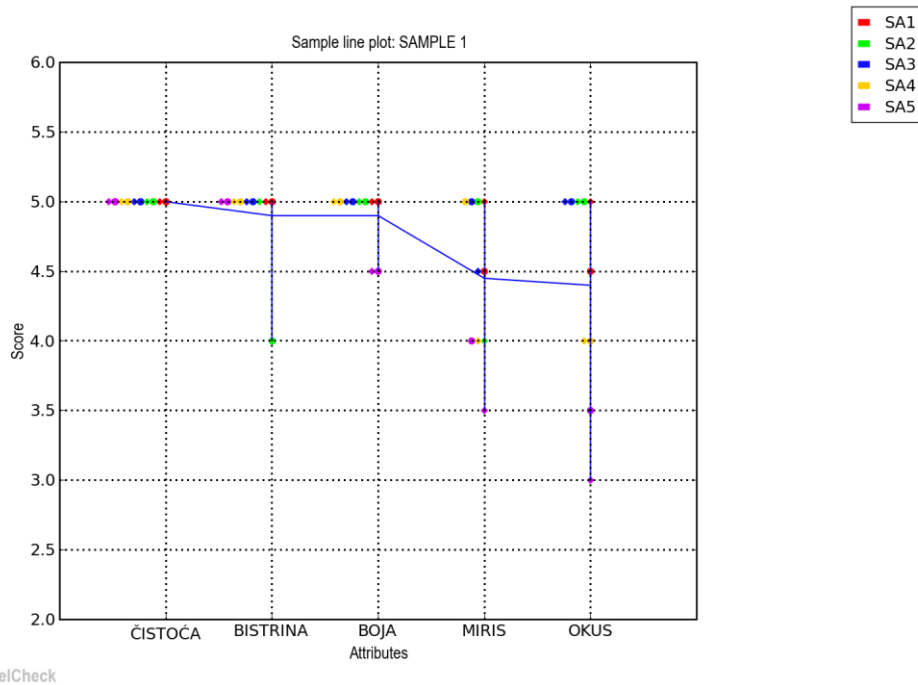
U tablici 4. prikazani su rezultati senzorske procjene 6 uzoraka meda od senzorskog analitičara broj 3. Najvišom istom ocjenom ocijenjeni su parametri „čistoća“, „bistrina“ i „boja“. Parametri „miris“ i „okus“ imaju niže i različite ocjene.

U tablici 5. prikazani su rezultati senzorske procjene 6 uzoraka meda od senzorskog analitičara broj 4. Parametar „čistoća“ ocijenjen je najvišom istom ocjenom dok su drugi parametri dobili niže i različite ocjene.

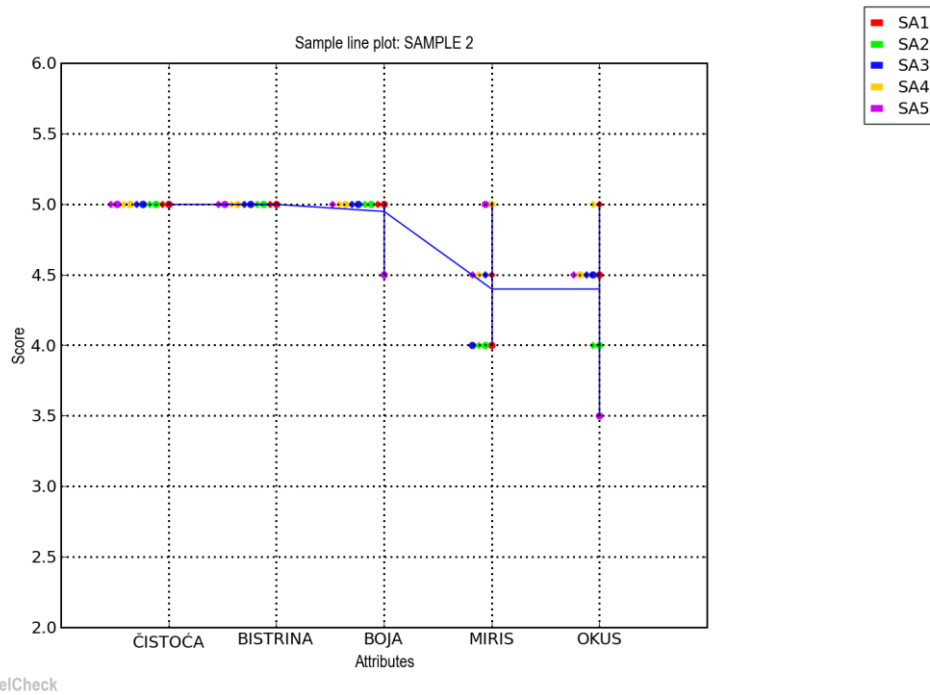
U tablici 5. prikazani su rezultati senzorske procjene 6 uzoraka meda od senzorskog analitičara broj 5. Najvišom istom ocjenom ocijenjen je parametar „čistoća“. Parametri „bistrina“ i „boja“ dobili su niže ocjene dok su parametri „miris“ i „okus“ dobili najniže ocjene.

4.2 UNIVARIJANTNA ANALIZA

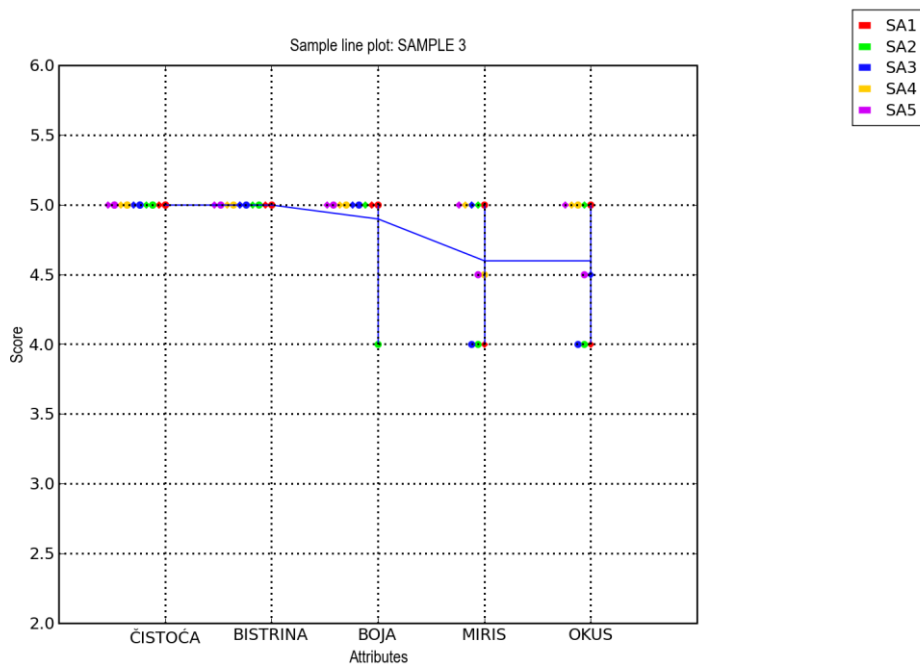
4.2.1 Linijski dijagrami



Slika 2. Linijski dijagram senzorskih svojstava uzorka kestena od strane svih senzorskih analitičara

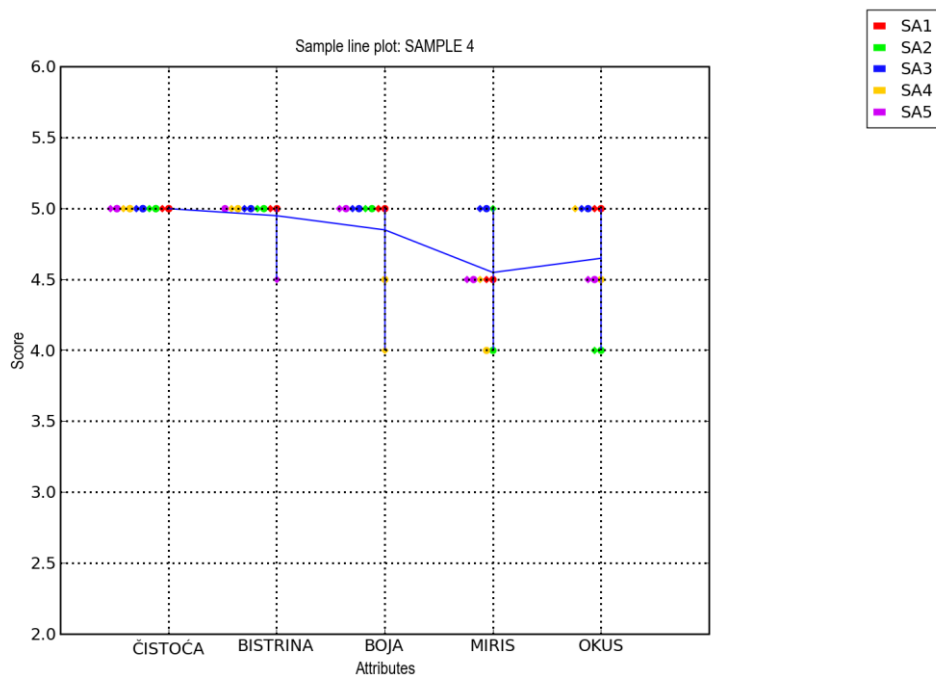


Slika 3. Linijski dijagram senzorskih svojstava uzorka kadulje od strane svih senzorskih analitičara



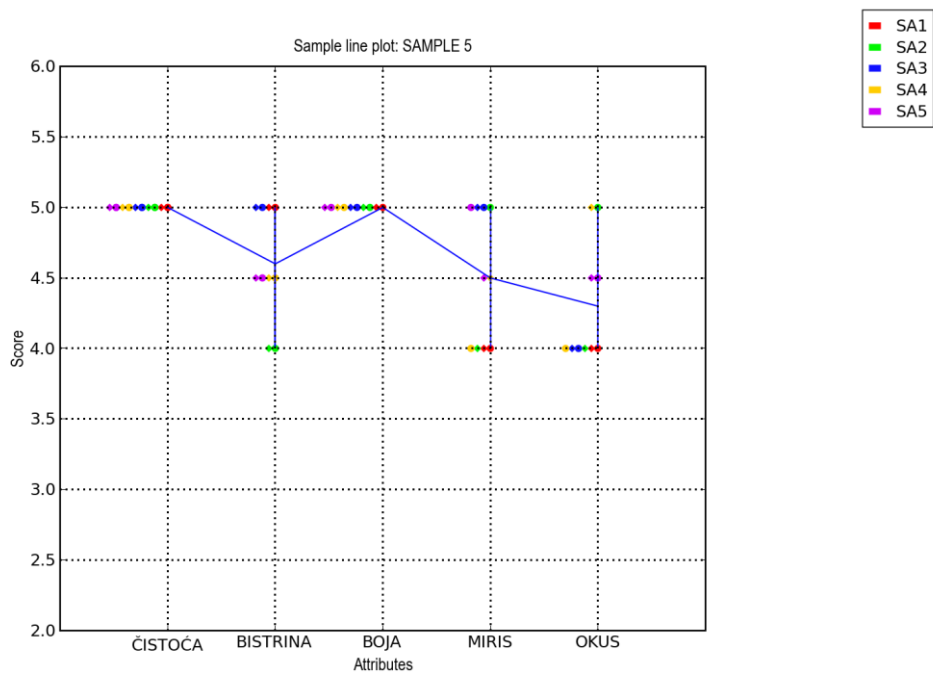
PanelCheck

Slika 4. Linijski dijagram svojstava uzoraka lipe od strane svih senzorskih analitičara



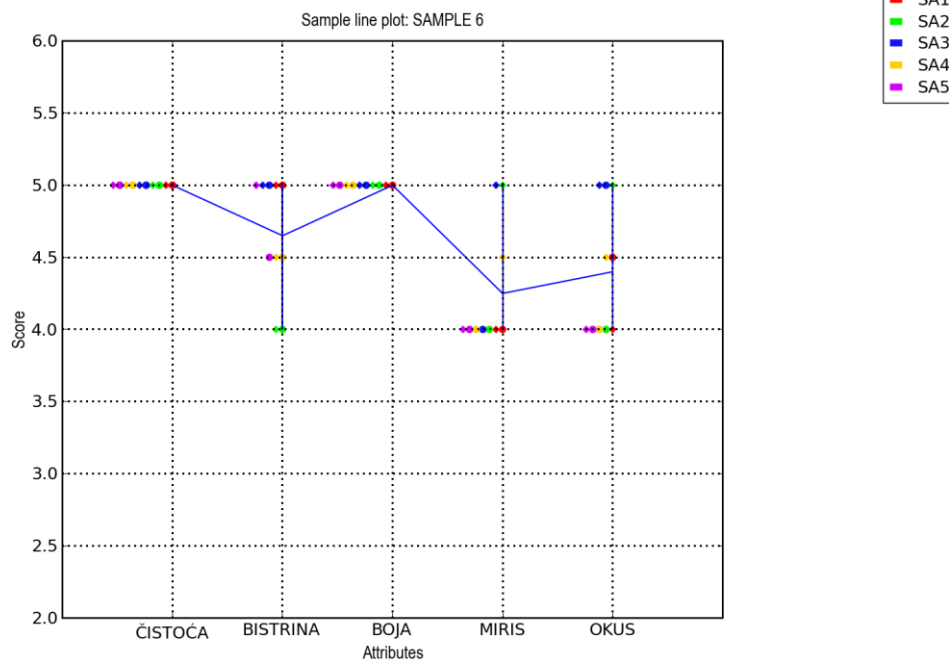
PanelCheck

Slika 5. Linijski dijagram senzorskih svojstava uzoraka bagrema od strane svih senzorskih analitičara



PanelCheck

Slika 6. Linijski dijagram senzorskih svojstava uzoraka medljikovca od strane svih senzorskih analitičara



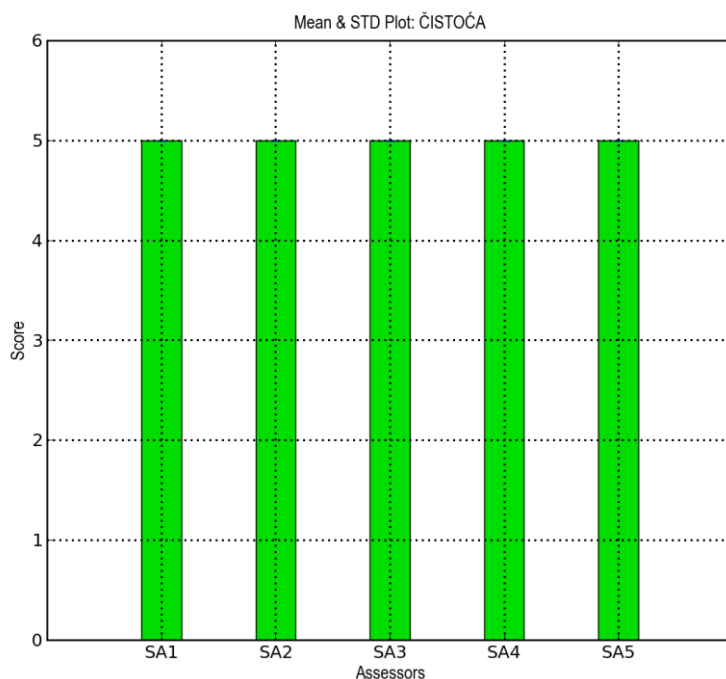
PanelCheck

Slika 7. Linijski dijagram senzorskih svojstava uzoraka cvjetnog meda od strane svih senzorskih analitičara

Linijski grafovi prikladni su za vizualizaciju podataka jer su razumljivi i lako se interpretiraju. Svih pet senzorskih svojstava čistoća, bistrina, boja, miris i okus prikazani su sa svim ocjenama i ponavljanjima kod svakog analitičara. Okomite linije prikazuju raspon mogućih bodova koji daju analitičari za svako svojstvo. Kada je raspon bodova što manji znači da se analitičari slažu u procjeni pojedinog svojstva. U suprotnom je potreban daljnji trening za pojedino svojstvo ili sva svojstva. Crta koja povezuje svojstva predstavlja prosjek dobivenih bodova za svako senzorsko svojstvo.

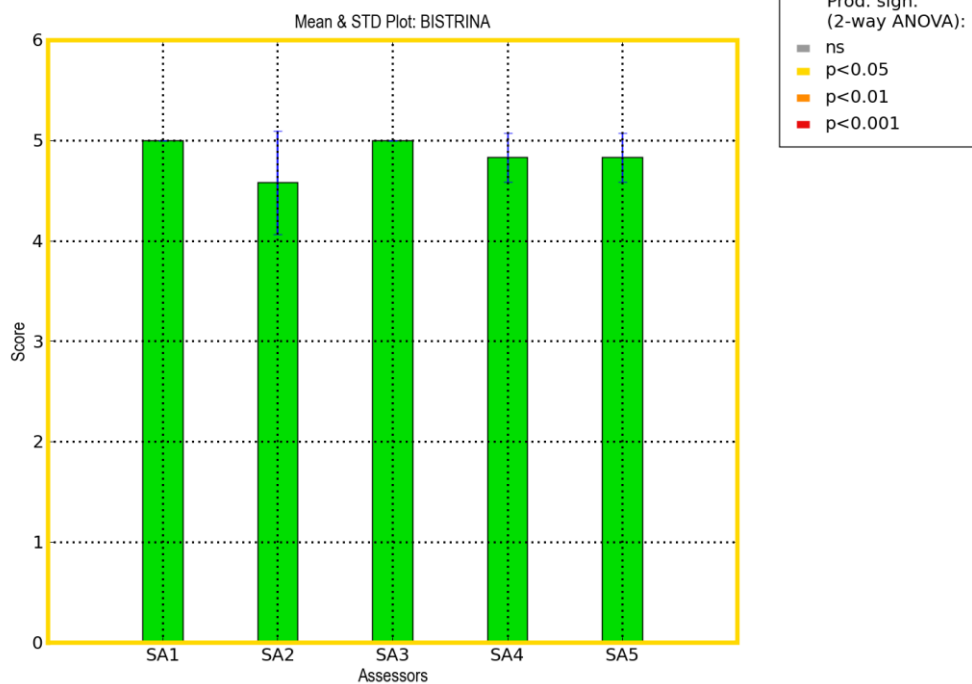
Kod uzorka meda od kestena analitičari su pokazali najviše slaganja oko ocjena vezano za svojstvo čistoće, nešto manje za boju, nešto više za bistrinu, malo više za miris, a najveća razlika u slaganju je za svojstvo okusa pri čemu najviše odstupaju analitičari 4 i 5 (slika 2). Za uzorak meda od kadulje analitičari su pokazali najviše slaganja oko ocjena vezano za svojstvo čistoće i bistrine uzorka, nešto manje za boju i miris, a najveća razlika u slaganju za okus. Najveće neslaganje pokazuje analitičar broj 5 (slika 3). Za uzorak meda od lipe analitičari su pokazali najviše slaganja oko ocjena vezano za čistoću i bistrinu, nešto manje za boju, a najviše neslaganja za miris i okus (slika 4). Za uzorak bagremovog meda analitičari su pokazali najviše slaganja oko ocjena vezano za svojstvo čistoće, nešto manje za bistrinu i najveće neslaganje prisutno je kod svojstava boje, mirisa i okusa (slika 5). Za uzorak medljikovca analitičari su pokazali najviše slaganja oko ocjena za svojstvo čistoće i boje, a veće neslaganje za svojstva bistrine, mirisa i okusa (slika 6). Za uzorak cvjetnog meda analitičari su pokazali najveće slaganje oko ocjena vezano za svojstvo čistoće i boje, a više neslaganja za svojstava bistrine, mirisa i okusa pri čemu za svojstvo bistrine najviše odstupa analitičar broj 2, a za svojstva mirisa i okusa najviše odstupaju analitičari broj 2 i broj 3 (slika 7).

4.2.2 Histogrami aritmetičke sredine i standardne devijacije



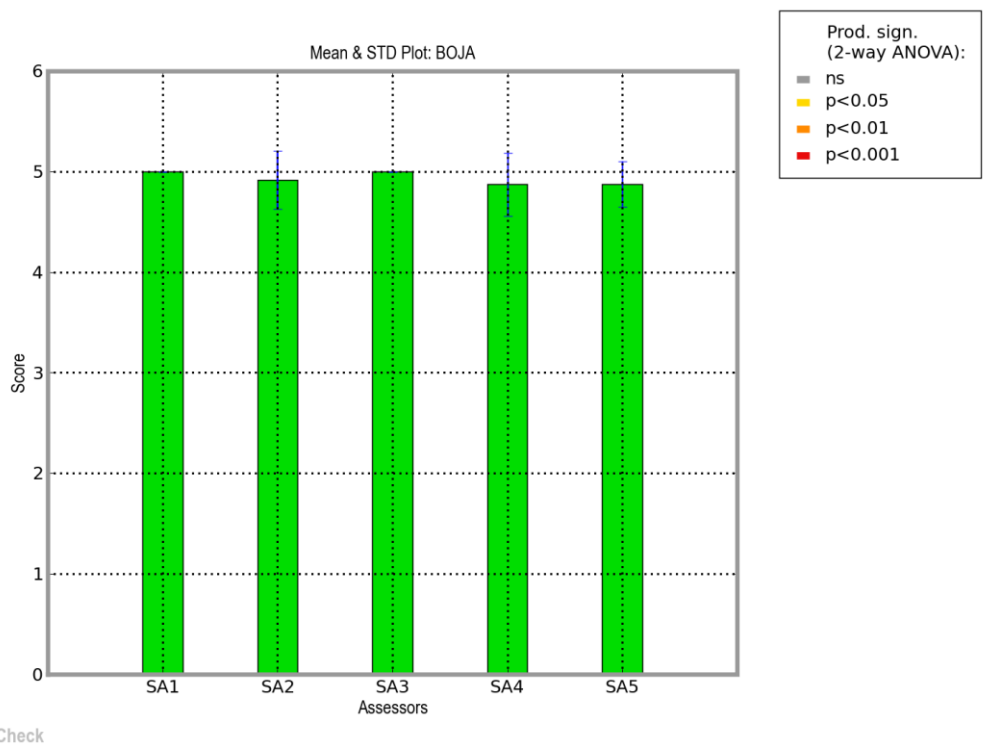
PanelCheck

Slika 8. Histogram aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „čistoća“ za svakog senzorskog analitičara

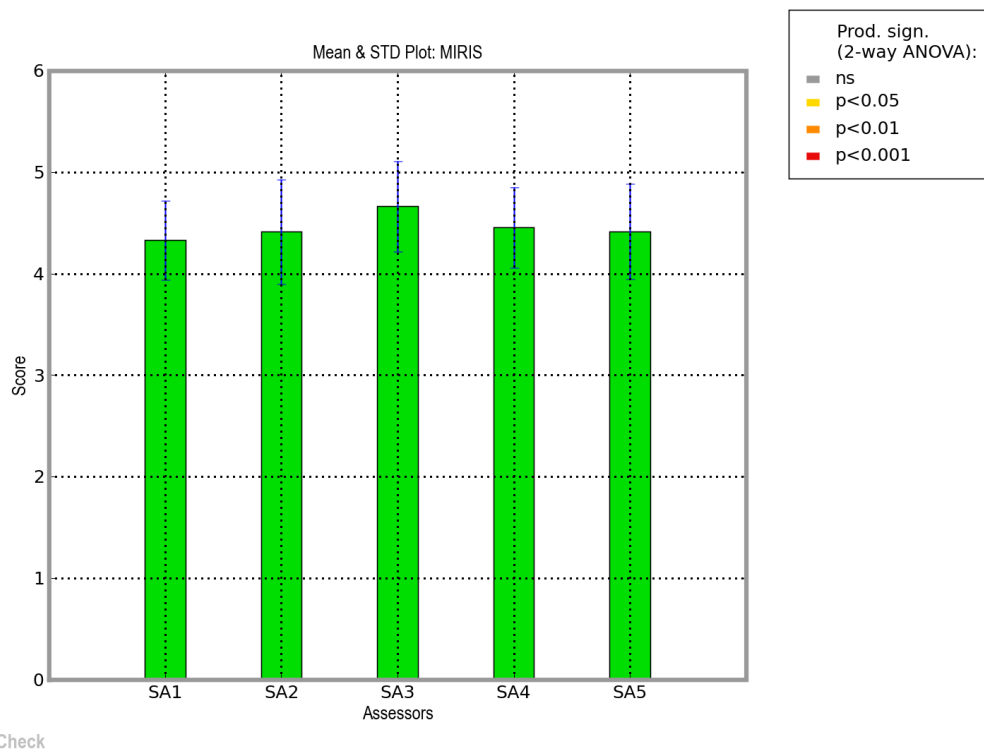


PanelCheck

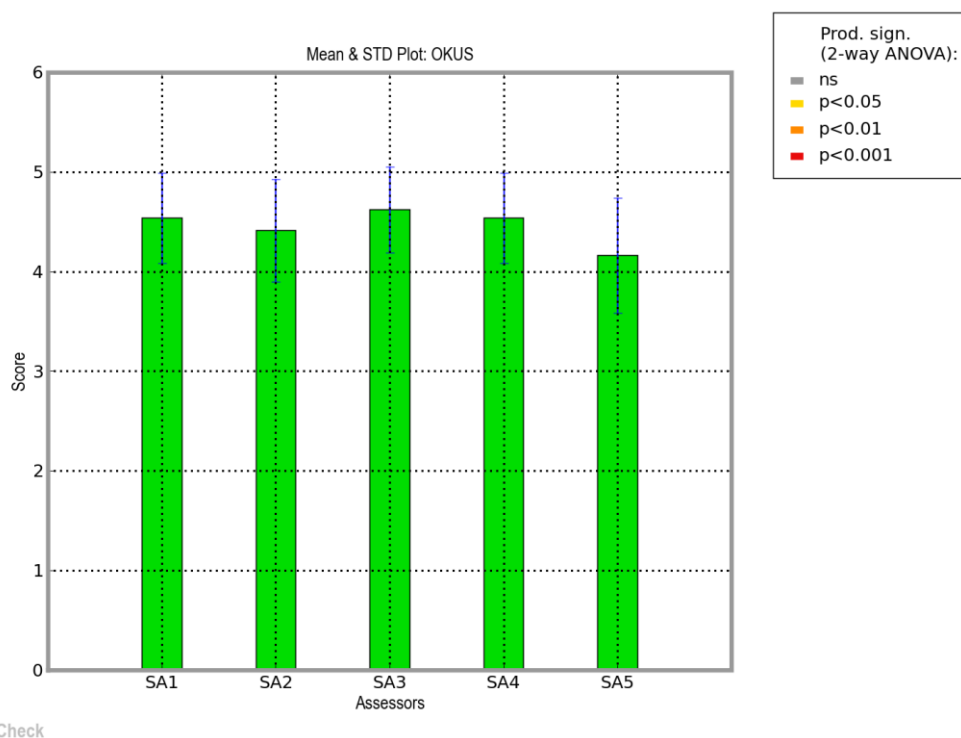
Slika 9. Histogram aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „bistrina“ za svakog senzorskog analitičara



Slika 10. Histogram aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „boja“ za svakog senzorskog analitičara



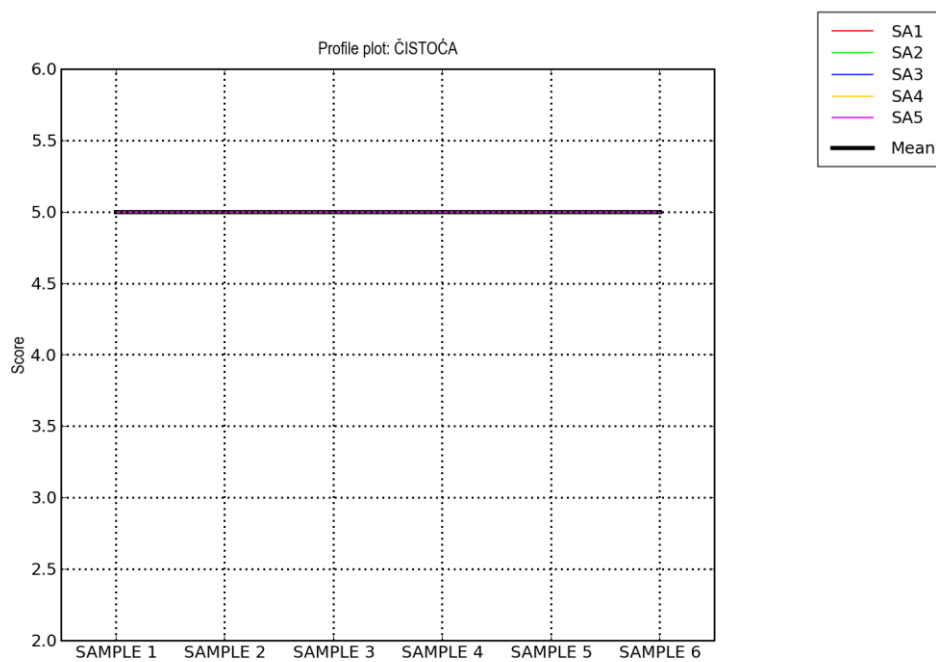
Slika 11. Histogram aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „miris“ za svakog senzorskog analitičara



Slika 12. Histogram aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „okus“ za svakog senzorskog analitičara

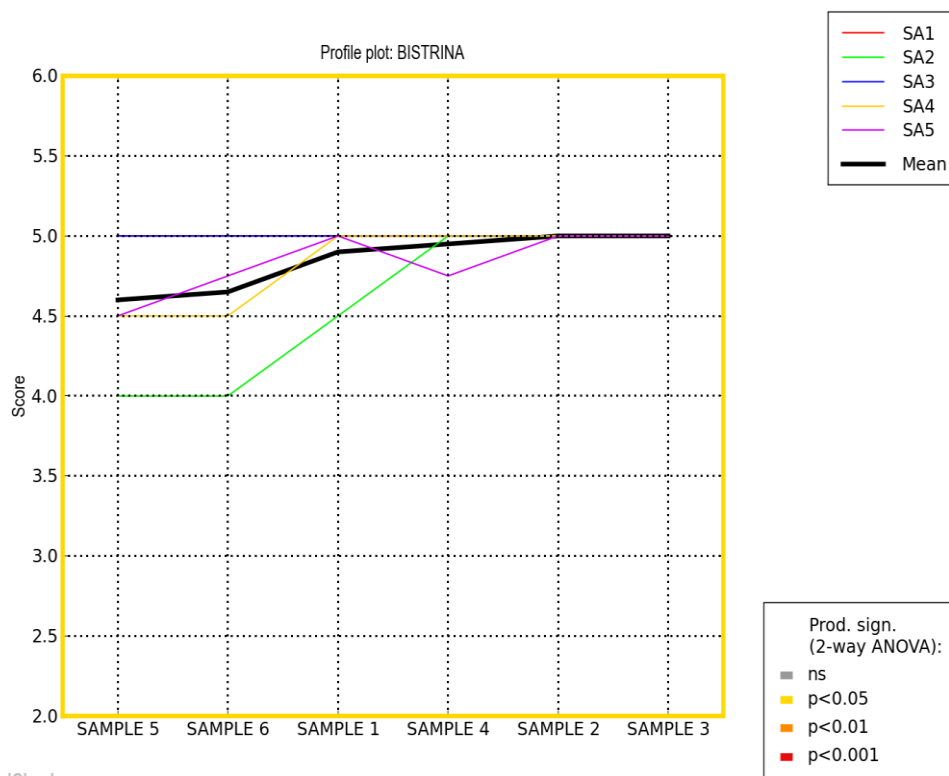
U histogramu prikaza aritmetičke sredine i standardne devijacije (MEAN and STD PLOT) za parametar „čistoća“ nema statističke razlike između prosječnih ocjena (slika 8). Analitičari broj 2,4 i 5 pokazuju odstupanje od prosjeka za parametar „bistrina“ pri čemu je statistički značajna razlika između njih ($p < 0,05$) (slika 9). U histogramu za parametar „boja“ minimalno odstupanje od prosjeka pokazuju analitičari 2,4 i 5. Unatoč tome nema statistički značajne razlike između njih s obzirom na njihovu prosječnu ocjenu boje (slika 10). U histogramu prikaza aritmetičke sredine i standardne devijacije za parametar „miris“ svi analitičari pokazuju odstupanja od prosjeka, ali nema statistički značajne razlike između njih obzirom na prosječnu ocjenu mirisa (slika 11). Analitičari 1, 2, 3, 4 i 5 pokazuju odstupanja od prosjeka za okus uzoraka, ali nema statistički značajne razlike između njih obzirom na prosječnu ocjenu parametra „okus“ (slika 12).

4.2.3 Dijagrami profila (Profile plot)



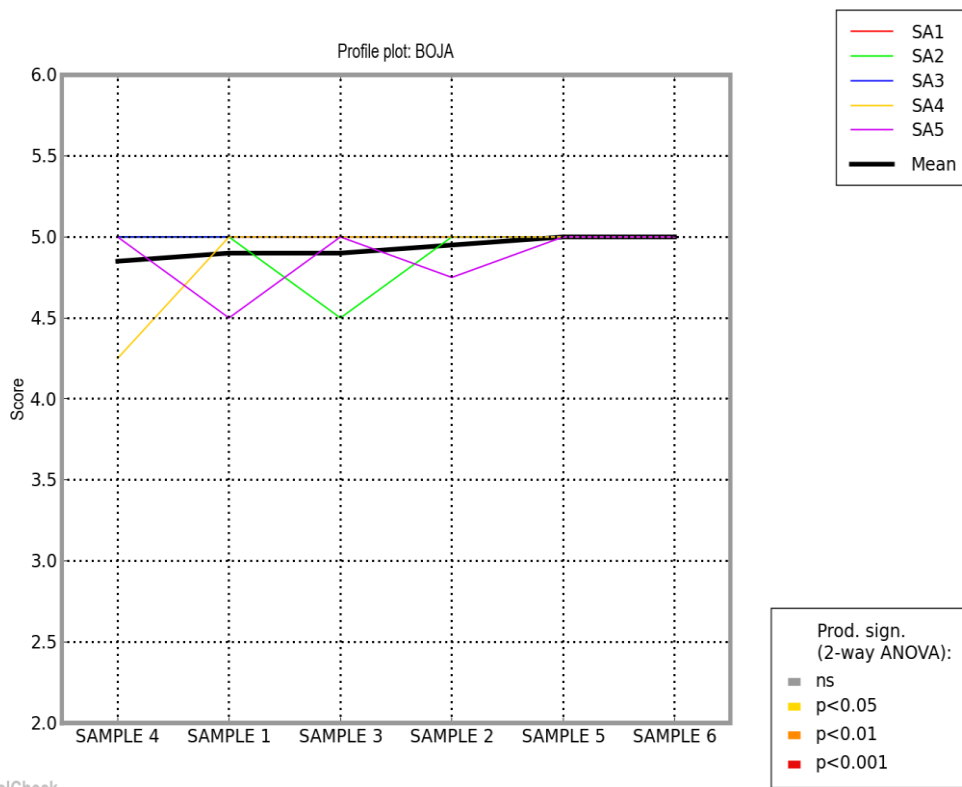
PanelCheck

Slika 13. Profil senzorskog svojstva „čistoća“ svih uzoraka od strane svih senzorskih analitičara



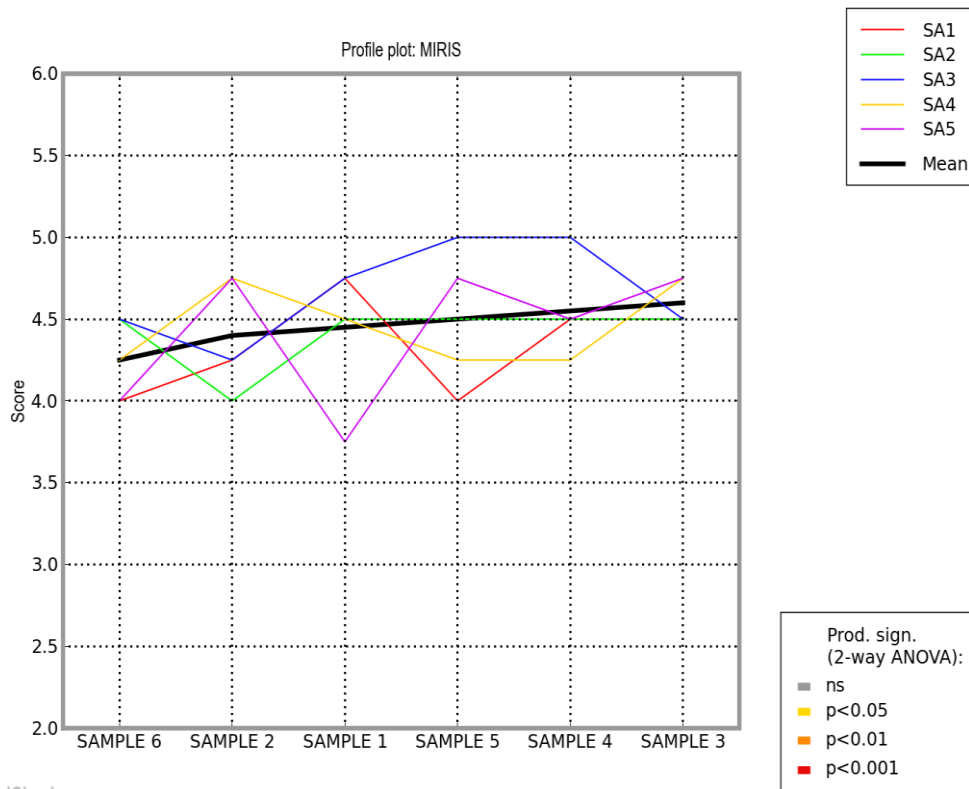
PanelCheck

Slika 14. Profil senzorskog svojstva „bistrina“ svih uzoraka od strane svih senzorskih analitičara



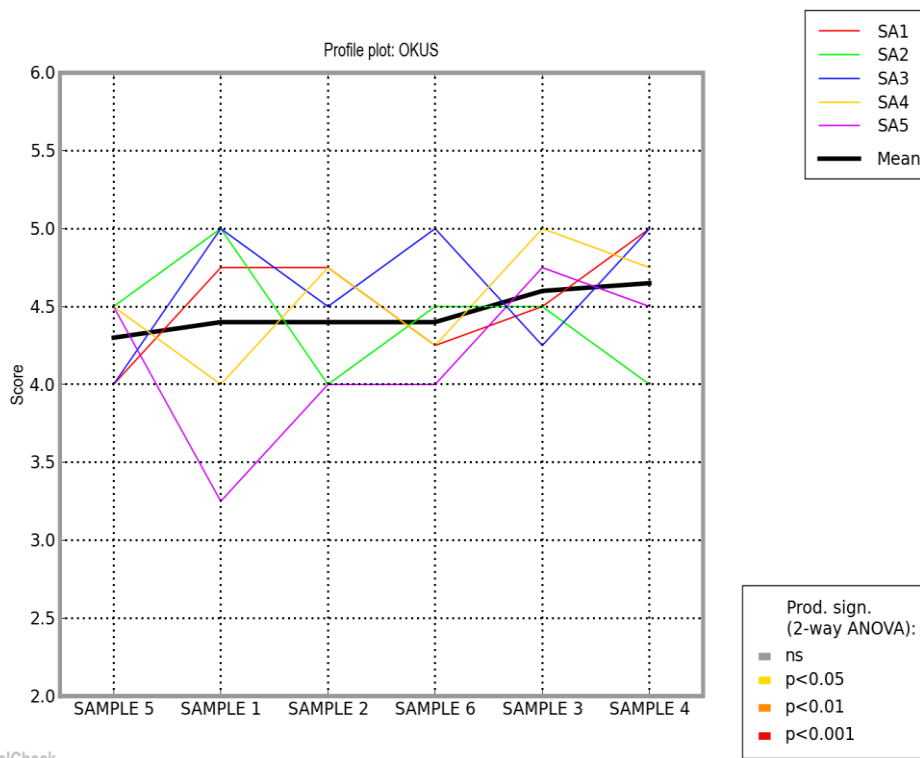
PanelCheck

Slika 15. Profil senzorskog svojstva „boja“ svih uzoraka od strane svih senzorskih analitičara



PanelCheck

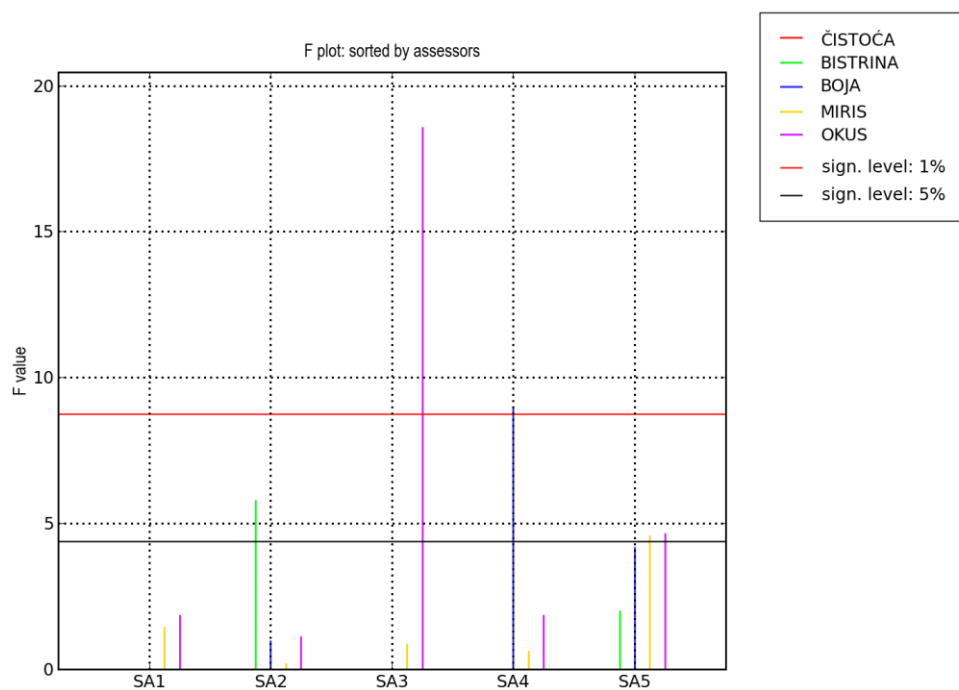
Slika 16. Profil senzorskog svojstva „miris“ svih uzoraka od strane svih senzorskih analitičara



Slika 17. Profil senzorskog svojstva „okus“ svih uzoraka od strane svih senzorskih analitičara

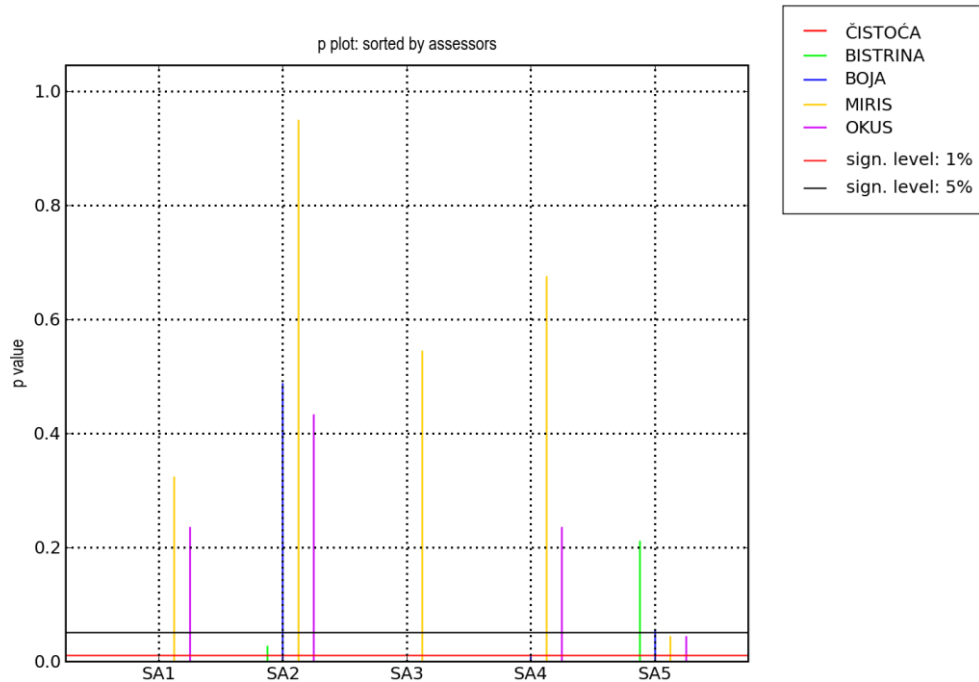
Grafovi profila pokazuju kako svaki analitičar rankira i procjenjuje uzorke usporedno s ostalim ispitivačima i konsenzusom panela za određeno svojstvo. Uzorci su rankirani uzduž horizontalne osi koja predstavlja konsenzus panela od lijeva na desno s rastućim intenzitetom svojstva. U slučaju dobrog slaganja između ispitivača njihove linije slijede konsenzus liniju. Za sve uzorke vidljivo je slaganje panela za parametar „čistoća“ (slika 13). Analitičari pod rednim brojem 2 i 3 pokazuju najveće neslaganje kod uzoraka 5 i 6 za svojstvo bistrine (slika 14). Analitičar broj 4 pokazuje najveće neslaganje kod uzorka 4, analitičar broj 5 pokazuje najveće neslaganje na uzorku 1 i analitičar broj 2 pokazuje najveće neslaganje na uzorku 3 kod svojstva „boja“ (slika 15). Analitičar broj 2 pokazuje najviše slaganja s panelom za svojstvo mirisa, slijede analitičari broj 1 i 4. Najveće odstupanje od panela pokazuju analitičari 3 i 5 (slika 16). Analitičar broj 5 pokazuje najveće odstupanje od rezultata dok ostali analitičari pokazuju podjednaka odstupanja od panela za svojstvo okusa (slika 17). Sveukupno gledano nema statistički značajnije razlike između analitičara pri ocjenjivanju svojstava, jedino pri ocjeni bistrine oni se značajnije razlikuju ($p < 0,05$).

4.2.4 Grafovi temeljeni na rezultatima jednofaktorske anova-e



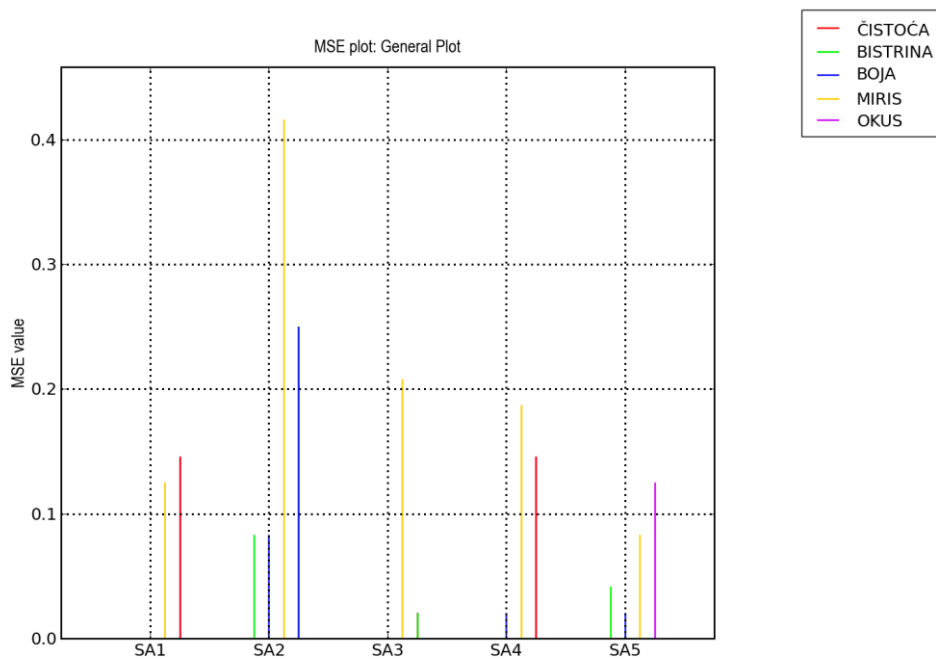
PanelCheck

Slika 18. Grafički prikaz F vrijednosti svakog pojedinog analitičara za sva senzorska svojstva



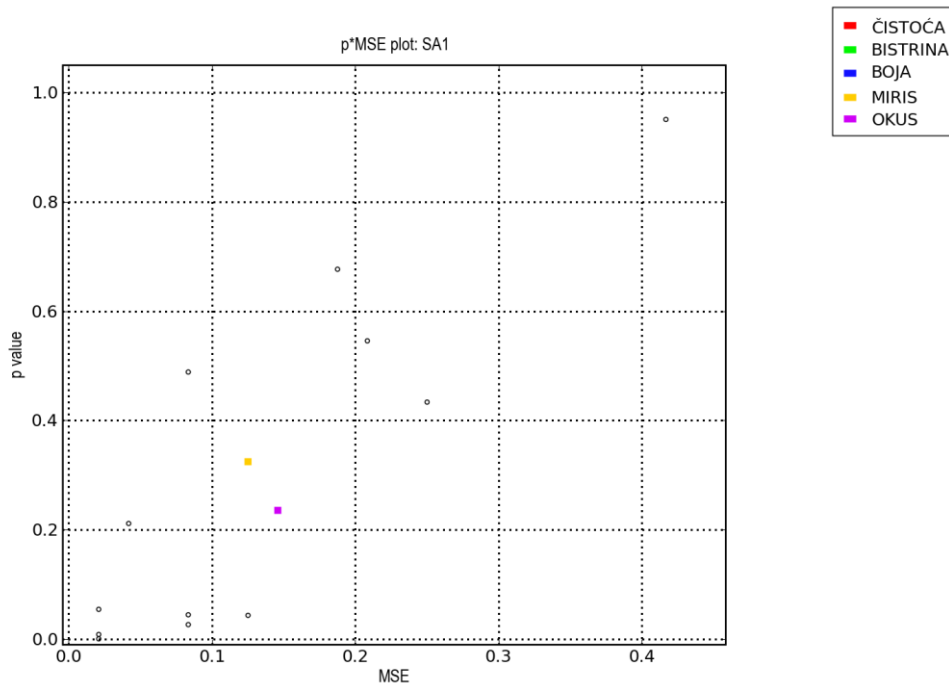
PanelCheck

Slika 19. Grafički prikaz p-vrijednosti svakog pojedinog analitičara za sva senzorska svojstva



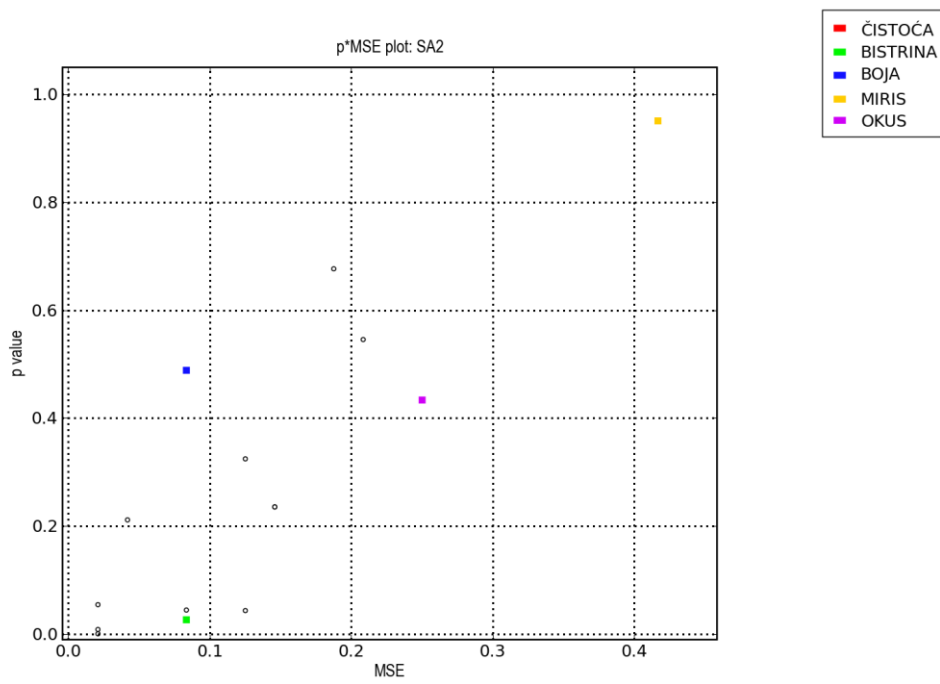
PanelCheck

Slika 20. Grafički prikaz MSE vrijednosti svakog pojedinog senzorskog analitičara za sva senzorska svojstva

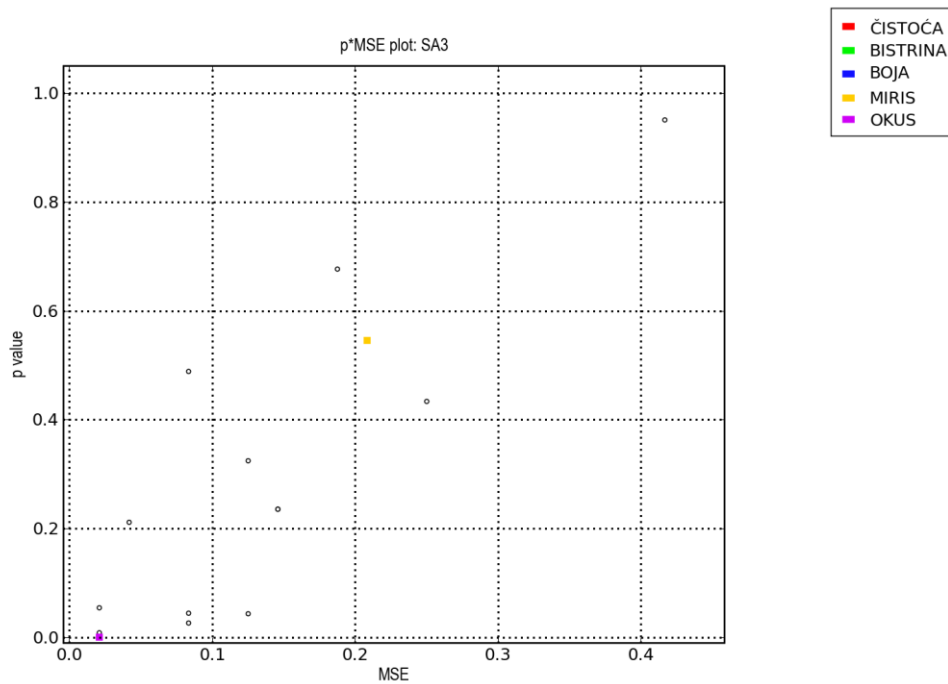


PanelCheck

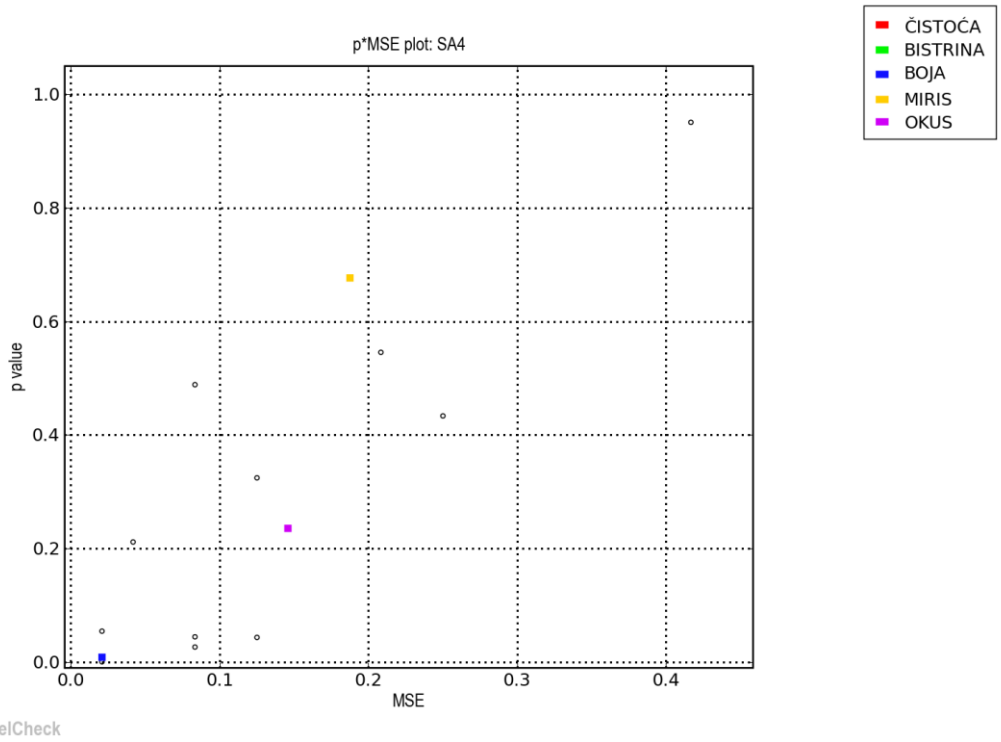
Slika 21. Grafički prikaz p*MSE vrijednosti za senzorskog analitičara 1



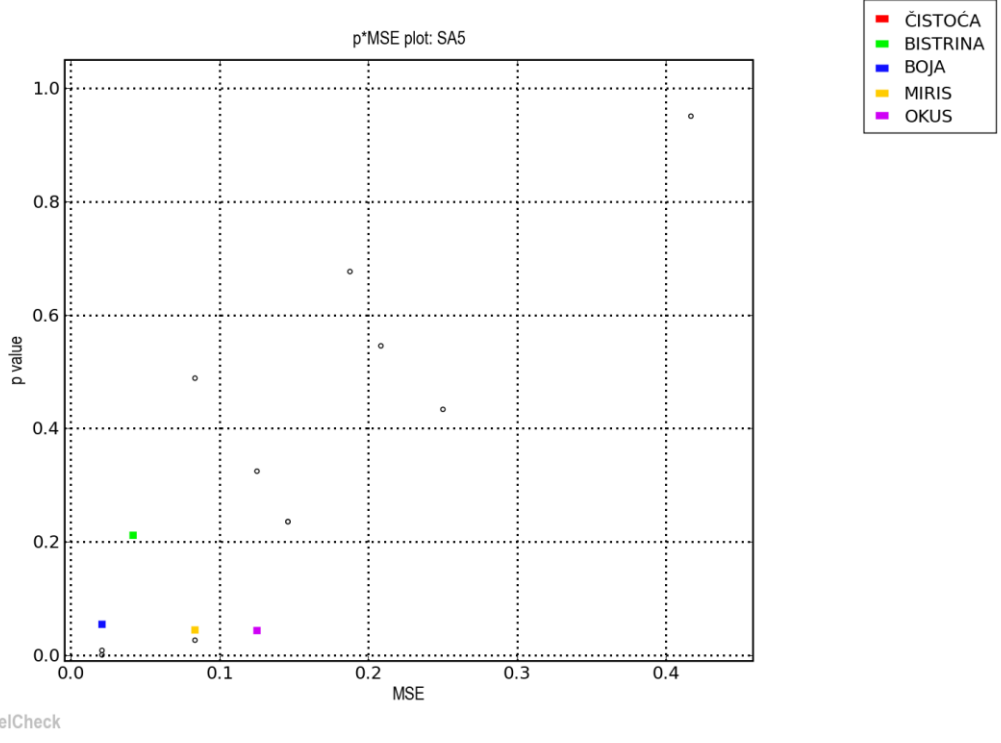
Slika 22. Grafički prikaz p*MSE vrijednosti za senzorskog analitičara 2



Slika 23. Grafički prikaz p*MSE vrijednosti za senzorskog analitičara 3



Slika 24. Grafički prikaz p*MSE vrijednosti za senzorskog analitičara 4



Slika 25. Grafički prikaz p*MSE vrijednosti za senzorskog analitičara 5

Jednofaktorska analiza varijance može se koristiti za opisivanje senzorskih karakteristika koje profiliraju uzorak podataka bez gubitka općenitosti. Iz takvog modela mogu se dobiti tri statističke veličine koje se mogu koristiti za generiranje različite vrste grafova. Dvije od njih su vrijednosti F i p, za test jednakosti uzoraka koji pruža informacije o tome da li su ocjenjivači u stanju napraviti razliku između ispitivanih uzoraka. Treća statistička veličina je MSE (Mean Square Error) koja daje procjenu varijance i ona daje mjeru za ponovljivost ocjenjivača. F vrijednosti mogu se koristiti za provjeru sposobnosti svakog ocjenjivača da detektira razlike između uzoraka za određena senzorska svojstva. Općenito, veća F vrijednost pojedinog analitičara za određeno svojstvo predstavlja veću mogućnost tog analitičara za razlikovanje među uzorcima. Sve F vrijednosti koje su dobre su iznad gornje linije (1% značajnosti). Donja linija predstavlja razinu značaja od 5%.

Analitičar 3 ima dobru F vrijednost za okus, sve ostale F vrijednosti su niske. Analitičar 4 ima dobru F vrijednost za boju, sve ostale F vrijednosti su niske. Analitičar 2 ima F vrijednost koja prelazi donju liniju za svojstvo bistrine, sve ostale F vrijednosti su niske. Analitičar 5 ima sve donje F vrijednosti osim za svojstvo bistrine koje je niže. Analitičar 1 ima sve niske F vrijednosti za sva svojstva. Kod analitičara koji imaju niske F vrijednosti potrebno je odraditi daljnji trening za ta svojstva (slika 18). P vrijednosti svih analitičara su dobre i za sva senzorska svojstva su iznad 1% razine značajnosti što znači da uočavaju razliku između uzoraka (slika 19).

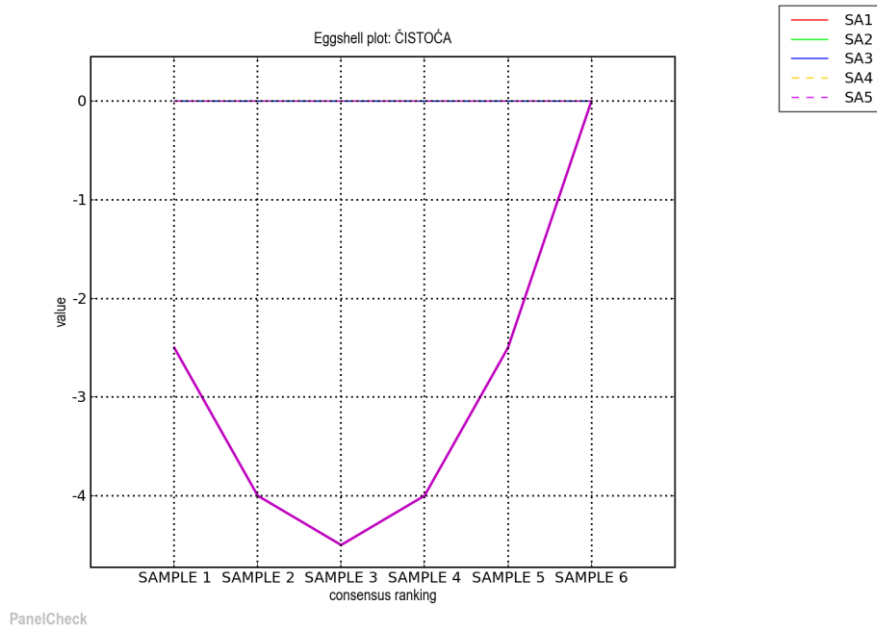
MSE vrijednosti pružaju direktnu mjeru ponovljivosti pojedinog analitičara. Ona predstavlja procjenu varijance ostatka od nekog analitičara za određeno svojstvo na svim uzorcima i ponavljanjima i što je niža MSE vrijednost to je bolja ponovljivost analitičara. U idealnom slučaju ona je blizu nule. Najbolje MSE vrijednosti i najbolju ponovljivost ima analitičar 5 iako su i drugi analitičari sa podjednakim MSE vrijednostima. Jedino analitičar 2 ima slabiju ponovljivost naročito za miris i boju (slika 20).

Još jedan način vizualiziranja podataka ANOVA-e je $p \cdot MSE$ prikaz koji daje brzi pregled nad svim ispitivačima i senzorskim svojstvima u jednom grafu. Sposobnost ocjenjivača da uoči razlike između uzoraka stavlja se u suodnos s njihovom ponovljivošću koristeći p i MSE vrijednosti iz ANOVA-e. U idealnoj situaciji svi analitičari bi trebali imati niske p i niske MSE vrijednosti. Ovdje se prepoznaje pojedini analitičar koji ima slabu ponovljivost ili poteškoće u razlikovanju uzoraka kod određenog senzorskog svojstva.

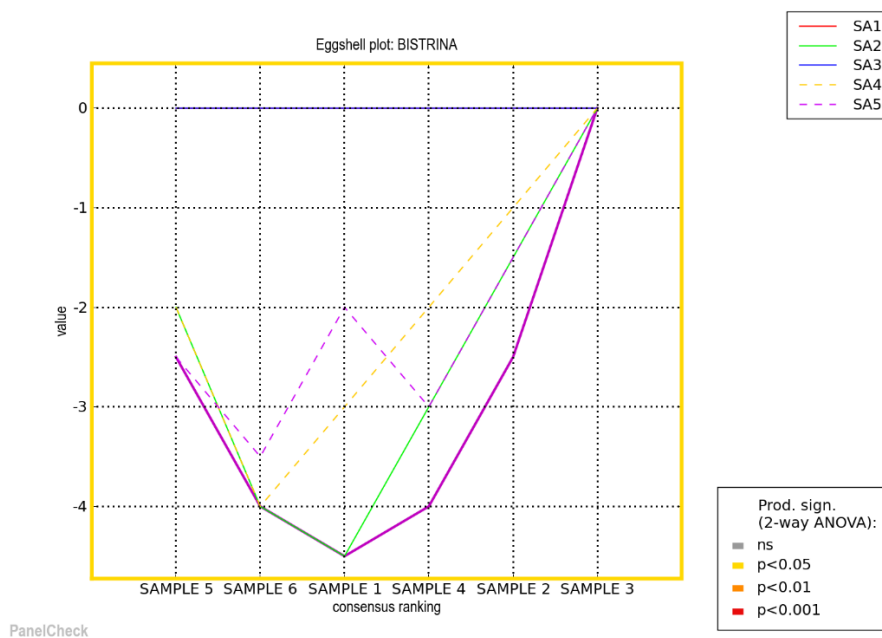
Analitičar 1 ima dobru ponovljivost za okus i miris, a za druge parametre je potreban daljnji trening (slika 21). Analitičar 2 ima dobru ponovljivost za boju i bistrinu, nešto slabiju za okus, a najslabiju za miris te je potreban daljnji trening (slika 22). Analitičar 3 ima dobru ponovljivost

za okus i nešto slabiju za miris (slika 23). Analitičar 4 ima dobru ponovljivost za boju, a nešto slabiju za okus i miris (slika 24). Analitičar 5 ima dobre rezultate za ponovljivost (slika 25).

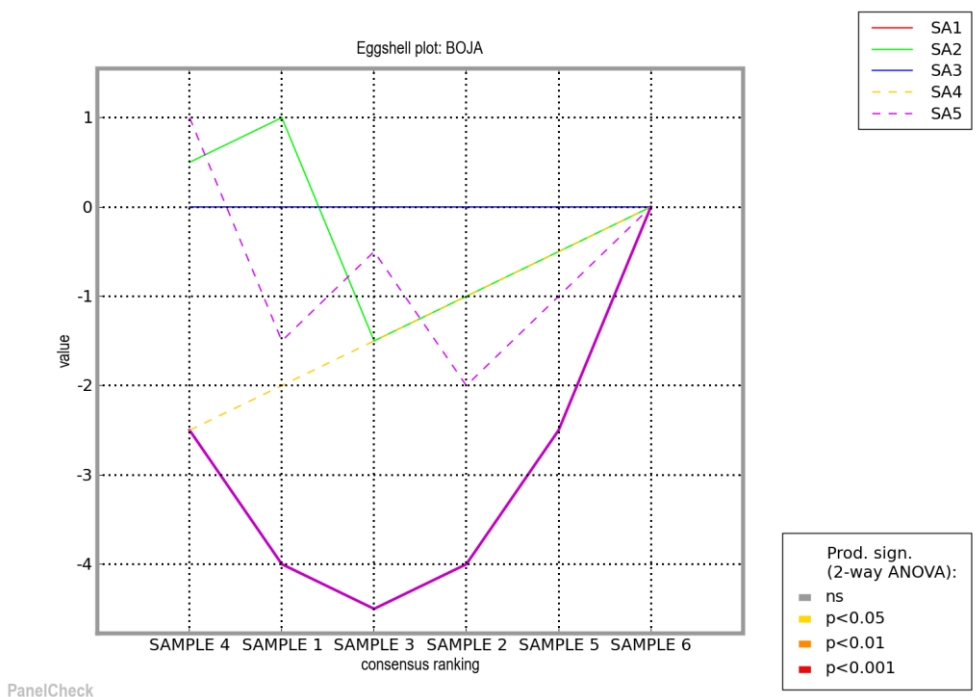
4.2.5 Dijagram „Ljuska jajeta“



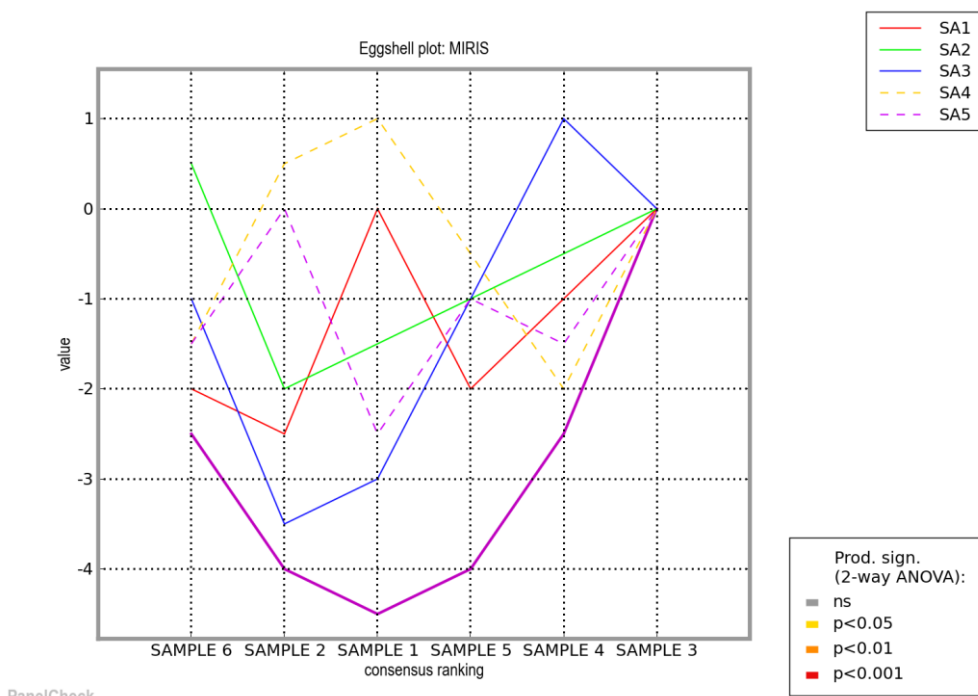
Slika 26. Graf „Ljuska jajeta“ za parametar „čistoća“ u svim uzorcima od strane svih senzorskih analitičara



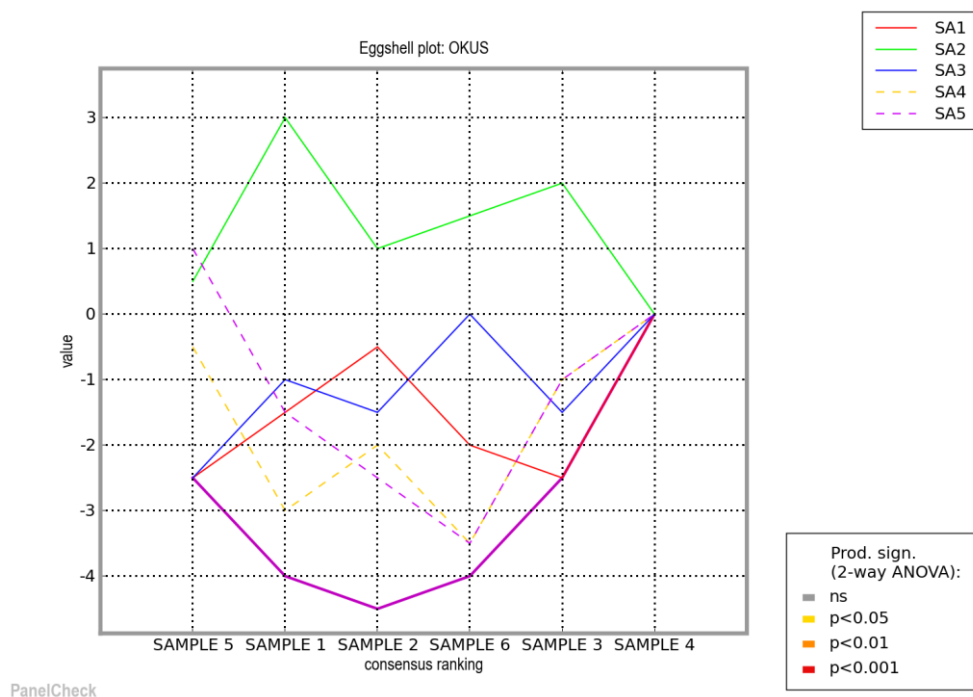
Slika 27. Graf „Ljuska jajeta“ za parametar „bistrina“ u svim uzorcima od strane svih senzorskih analitičara



Slika 28. Graf „Ljuska jajeta“ za parametar „boja“ u svim uzorcima od strane svih senzorskih analitičara



Slika 29. Graf „Ljuska jajeta“ za parametar „miris“ u svim uzorcima od strane svih senzorskih analitičara



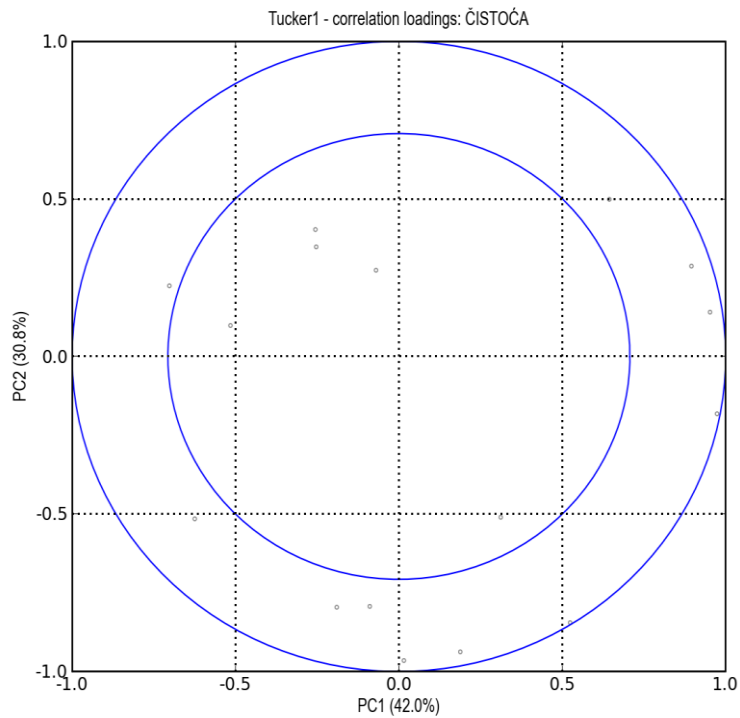
Slika 30. Graf „Ljuska jajeta“ za parametar „okus“ u svim uzorcima od strane svih senzorskih analitičara

Dijagram „ljuska jajeta“ (EGGSHELL PLOT) korisna je grafička metoda za otkrivanje razlike ili neslaganje između panelista. Metoda daje naznake o tome kako odnos između analitičara varira među ispitanim uzorcima. Za svako senzorsko svojstvo poželjno je da rank linije svih ocjenjivača leži što je moguće bliže liniji konsenzusa. Raširene rang linije upućuju na činjenicu da se senzorski analitičari ne slažu dobro i da postoje velike individualne razlike u rangiranju uzoraka između njih što zahtijeva dodatni trening za odrađeno senzorsko svojstvo.

Analitičar 3 pokazuje neslaganje oko rezultata za svojstvo čistoće uzorka (slika 26). Kod procjene bistrine uzoraka analitičari 2, 5 i 4 pokazuju najviše slaganja oko rezultata, dok analitičar 3 pokazuje naviše odstupanja u procjeni bistrine (slika 27). Pri procjeni boje uzoraka analitičari 2 i 5 pokazuju najviše slaganja oko rezultata. Analitičari 2, 3 i 5 podjednako najviše odstupaju od ranka konsenzusa (slika 28). Vidljiva su osjetna neslaganja za svojstvo mirisa uzoraka kod svih analitičara, a najveće neslaganje pokazali su analitičari 3 i 4 (slika 29). Kod procjene okusa su također vidljiva osjetna neslaganja kod svih analitičara, a najveće neslaganje pokazali su analitičari 2 i 4 (slika 30). Općenito može se reći da se pri procjeni bistrine uzoraka senzorski analitičari statistički razlikuju na razini $p < 0,05$ dok pri procjeni boje, mirisa i okusa nema statistički značajne razlike između analitičara.

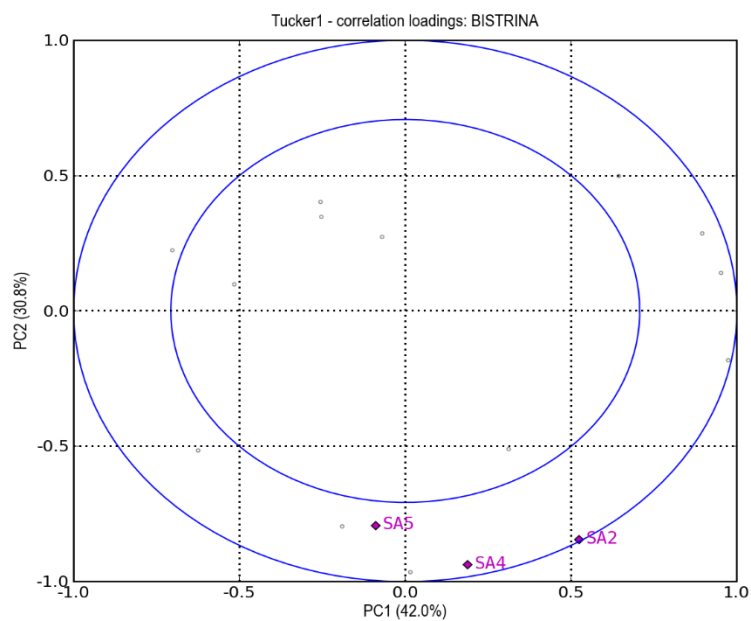
4.3 MULTIVARIJANTNA ANALIZA

4.3.1 Tucker – dijagrami



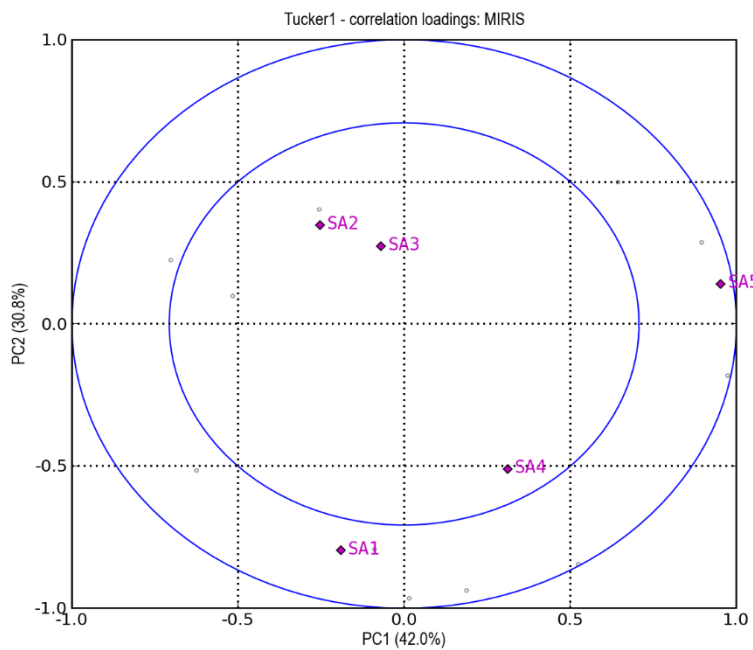
PanelCheck

Slika 31. „Tucker dijagram“ za parametar „čistoća“ u svim uzorcima od strane svih senzorskih analitičara



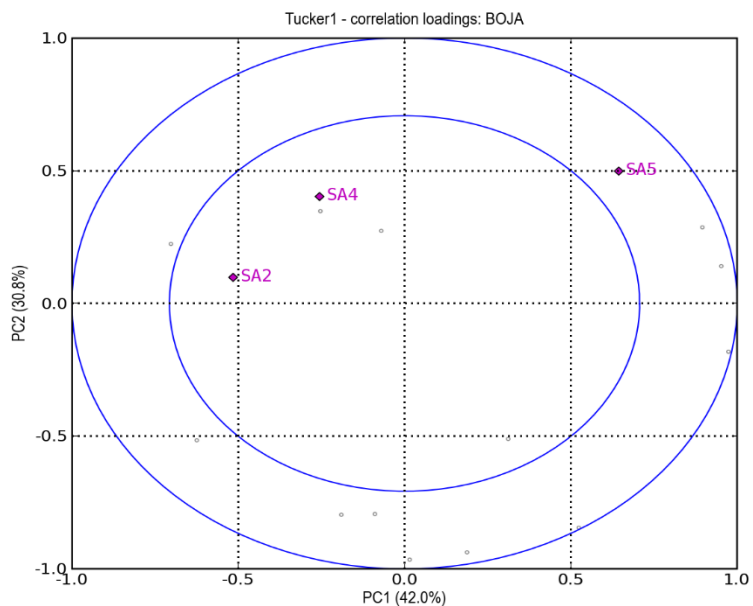
PanelCheck

Slika 32. „Tucker dijagram“ za parametar „bistrina“ u svim uzorcima od strane svih senzorskih analitičara



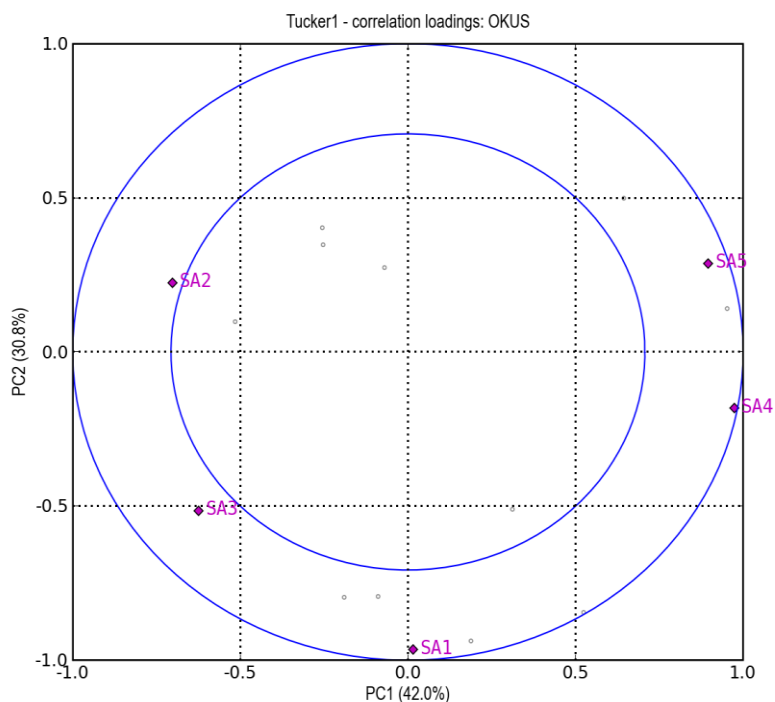
PanelCheck

Slika 33. „Tucker dijagram“ za parametar „miris“ u svim uzorcima od strane svih senzorskih analitičara



PanelCheck

Slika 34. „Tucker dijagram“ za parametar „boja“ u svim uzorcima od strane svih senzorskih analitičara



Slika 35. „Tucker dijagram“ za parametar „okus“ u svim uzorcima od strane svih senzorskih analitičara

Tucker 1 dijagrami daju pregled nad karakteristikama ispitivača i panela korištenjem višestrukih senzorskih svojstava. To je analiza glavnih komponenti na matriksu svih podataka. Dimenzije matriksa u ovom slučaju su $J = 6$, $K = 5$ senzorskih svojstava i $I = 5$ ispitivača. Korišten je graf korelacije koji daje informacije o karakteristikama svakog ispitivača i panela kao cjeline. Točke predstavljaju ispitivač – svojstvo kombinaciju. Pozicija točaka na grafu daje informaciju koliko je dobar senzoričar ili cijeli panel. Unutarnja elipsa smatra se donjom granicom koja je još dobra.

Nema značajnijeg odstupanja među analitičarima pri procjeni čistoće uzoraka (slika 31). Rezultati pokazuju da nema prevelikih odstupanja među analitičarima ni kod procjene bistrine uzoraka (slika 32). Pri procjeni boje uzoraka analitičari 2 i 4 pokazuju odstupanje rezultata među analitičarima (slika 33). Kod procjene mirisa uzoraka odstupanje rezultata pokazuju analitičari 2, 3 i 4 (slika 34). Kod procjene okusa uzoraka opet nema značajnijih odstupanja među analitičarima (slika 35).

5. ZAKLJUČCI

Iz dobivenih rezultata može se zaključiti slijedeće:

1. Senzorski panel najviše se slagao oko procjene čistoće i bistrine uzoraka.
2. Čistoća uzorka meda od kestena ne bi trebala biti senzorski parametar koji se ocjenjuje jer se nije pokazao kao statistički značajan.
3. Sa svim članovima panela potrebno je provesti daljnje treninge na skoro svim senzorskim svojstvima korištenim u procjeni meda.
4. Kao najlošiji panelisti koji pokazuju najviše odstupanja kroz sve metode izdvajaju se analitičari broj 2 i 5.

6. LITERATURA

Anklam, E. (1998) A review of the analytical methods to determine the geographical and botanical origin of honey, *Food Chem.***63(4)**, 549-562.

Anonymous 1, Senzorska analiza, <<http://www.zzjzpgz.hr/obavijesti/natjecaj2008/Vahcic.pdf>
Pristupljeno 26. lipnja 2016.

Balen, A. (2003) Pčelarstvo u Petrinji 1952-2002, Pčelarska udruga, Petrinja.

Bogdanov, S., Lüllmn, C., Martin, P. (1999) Honey quality, methods of analysis and international regulatory standards: Review of the work of the International Commission. *Mitt. Lebensm. Hyg.* **90**, 108-125.

Bruneau, E., Barbier, E., Gallez, L.M., Guyot-Declerck, C. (2000) La roue des aromes des mieles. *Abeille & Cie* **77**, 16-23.

Janković, A. (1979) Pčelinji proizvodi hrana i lek, 3.izd., Beograd, str.37.

Josifović, M. (1970) Poljoprivredna enciklopedija, 1.izd., Jugoslavenski leksikografski zavod, Zagreb.

Kulier, I. (2001) Što jedemo (tablice kemijskog sastava namirnica), Tiskara IMPRESS, Zagreb, str 299-300.

Lawless, H.T., Heymann, H. (2010) Sensory Evaluation of Food Principles and Practices, 2.izd., Springer, New York.

Mandić, M.L., Perl, A. (2006) Osnove senzorske procjene hrane, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.

PanelCheck software (2016) Nofima Mat, As, Norway, <http://www.panelcheck.com/>,
Pristupljeno 10. srpnja 2016.

Piana, M.L., Persano Oddo, L., Bentabol, A., Bruneau, E., Bogdanov, S., Guyot Declerk, C. (2004) Sensory analysis applied to honey: state of art, *Apidologie* **35**, S26-S37.

Pravilnik o medu (2015) *Narodne novine* **20**, Zagreb.

Primorac, Lj. (2005) Senzorske analize, Metode II.dio, Prehrambeno-tehnološki fakultet, Osijek.

Škenderov, S., Ivanov, C. (1986) Pčelinji proizvodi i njihovo korišćenje, Nolit, Beograd.

Tomić, O., Luciano, G., Nilsen, A., Hyldig, G., Lorensen, K., Naes, T., (2009) Analysing sensory panel performance in proficieny test using the PanelCheck software. *Eur. Food. Res. Technol.* **230**, 497-511.

Tomić, O., Nielsen, A.N., Martens, N., Naes, T., (2007) Visualization of sensory profiling dana preformance monitoring, *Food Sci and Technol*, **40**, 262-269.

Tuberoso, C.I.G., Jerković, I., Sarais, G., Cougin, F., Marjanović, Z., Kuš, P.M. (2014) Color evaluation od seventeen European unifloral honey types, *Food Chem.* **145**, 284.291.

Vahčić, N., Hruškar, M., Marković, K. (2000) Metoda kvantitativne deskriptivne analize u senzorskoj procjeni jogurta, *Mljekarstvo* **50**, 279-296.

Vahčić, N., Matković, D., (2009) Kemijske, fizikalne i senzorske značajke meda, <http://www.pcelinjak.hr/OLD/index.php/Prehrana-i-biotehnologija/kemijske-fizikalne-i-senzorske-znaajke-med.html>, Pristupljeno 10. srpnja 2016.

Zamora, M.C., Chirife, J. (2004) Determination of water activity change due to crystallization in honey from Argentina. *Food Cont.* **38**, 342-347.

White, J.W. (1978) Honey composition and properties, *Honey Advances in Food Research* **24**, 287-374.

