

Sanja Oručević Žuljević, Mirjana Demin, Amila Oras

SENZORNA ANALIZA HLJEBA



SENZORNA ANALIZA HLJEBA

Sanja Oručević Žuljević
Mirjana Demin
Amila Oras

Sarajevo 2024

Naslov: **SENZORNA ANALIZA HLJEBA**
Autori: Sanja Oručević Žuljević, Mirjana Demin, Amila Oras
Izdavač: Poljoprivredno-prehrambeni fakultet
Univerziteta u Sarajevu

SENZORNA ANALIZA HLJEBA

Sanja **Oručević Žuljević**

Mirjana **Demin**

Amila **Oras**

NASLOV: SENZORNA ANALIZA HLJEBA

AUTORI: Dr. Sanja Oručević Žuljević, redovna prof.
Dr. Mirjana Demin, redovna prof.
Dr. Amila Oras, docentica

IZDAVAČ: Univerzitet u Sarajevu
Poljoprivredno-prehrambeni fakultet

ZA IZDAVAČA: Dr. Muhamed Brka, redovni prof.

RECENZENTI: Dr. Nermina Spaho, redovna prof.
Poljoprivredno-prehrambeni fakultet
Univerzitet u Sarajevu

Dr. Vesna Boljović, vanredna prof.
Fakultet za prehrambenu tehnologiju, bezbjednost
hrane i ekologiju
Univerzitet Donja Gorica

LEKTORICA: Ćama Vranac

UREDNIKA: Dr. Sanja Oručević Žuljević, redovna prof.

GRAFIČKI DIZAJN: Sanjin Fazlić

NASLOVNA STRANICA: Sanjin Fazlić

ŠTAMPARIJA: TMP d.o.o. Sarajevo

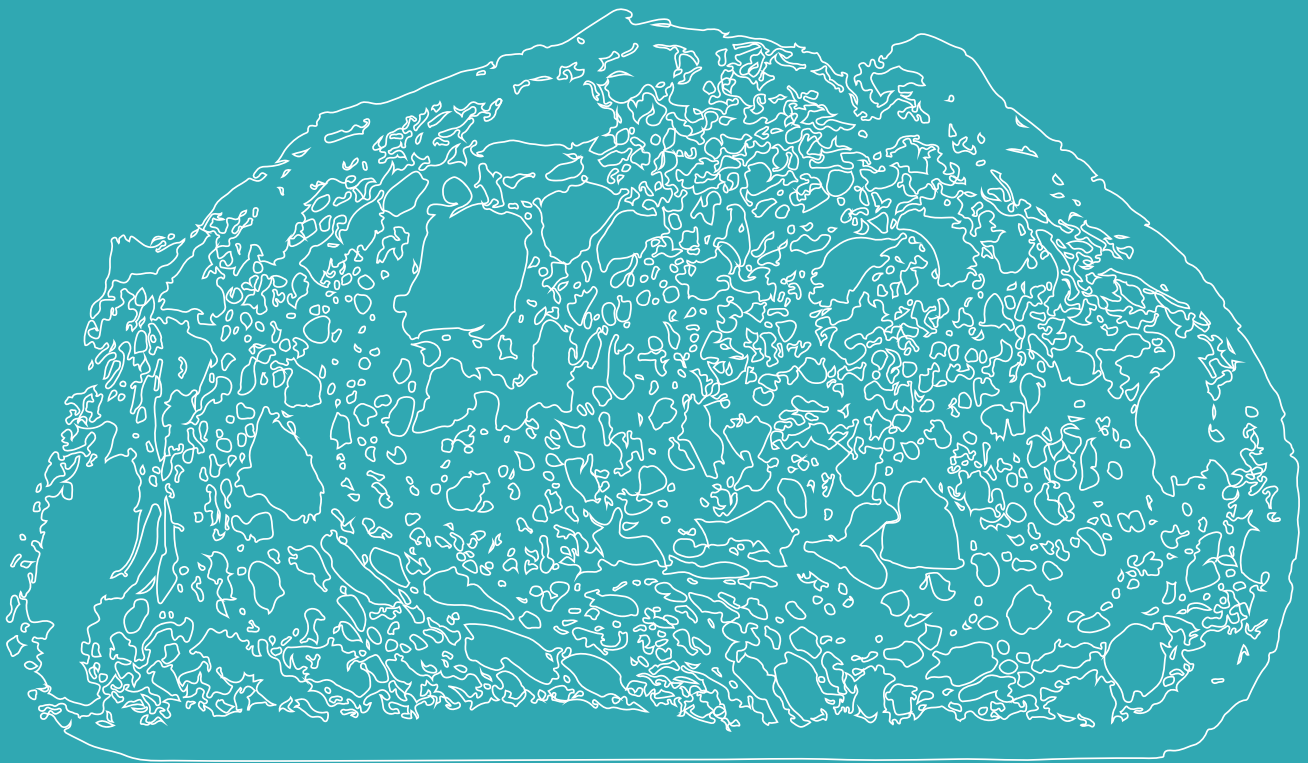
TIRAŽ: 100 primjeraka

ISBN 978-9958-597-86-2

CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke BiH pod ID brojem 62387974

SADRŽAJ

	Strana
1. Uvod	6
2. Senzorna analiza hljeba	8
2.1 Senzorna svojstva hrane	11
2.2. Ocjenjivanje senzornih svojstava	14
2.3. Uloga ocjenjivača	16
3. Probno pečenje	17
3.1. Izvođenje probnog pečenja direktnim postupkom	20
3.2. Pecive osobine hljeba	23
4. Vizuelni pregled	25
4.1. Pregled boje hljeba	26
4.2. Vizuelni pregled površine	27
4.3. Pregled sredine hljeba	29
4.4. Oblik – vizuelni utisak o vanjskoj geometrijskoj formi proizvoda	32
5. Test razlike – test trokuta (AACC metoda)	37
6. Metode senzorne analize prema sistemu ponderisanih bodova	39
6.1. Senzorna ocjena hljeba bodovanjem	39
6.1.1. Postupak ocjenjivanja	42
6.2. Modifikovana metoda bodovanja	46
6.3. Metoda senzornog ocjenjivanja prema <i>DLG</i> - shemi	47
7. Rangiranje	50
8. Testovi sklonosti	52
9. Kvantitativna deskriptivna analiza (Q.D.A.)	56
9.1. Faze provođenja Q.D.A.	57
9.1.1. Kvalitativni aspekt	57
9.1.2. Kvantitativni aspekt	64
9.1.3. Statistička obrada podataka i prikazivanje rezultata	71
9.1.3.1. Prikazivanje rezultata Q.D.A. pomoću radara	71
9.1.3.2. Prikazivanje rezultata Q.D.A. pomoću analize glavnih komponenti	75
9.1.3.3. Prikazivanje rezultata Q.D.A. pomoću Heatmap grafikona	76
10. Starenje hljeba	78
10.1. Ispitivanje starosti hljeba prema <i>AACC</i> metodi	78
10.2. Ispitivanje starosti hljeba pomoću Q.D.A.	80
Literatura	82
Prilozi	88



Predgovor

Ovaj udžbenik je nastao kao plod naše saradnje, s obzirom na to da se bavimo sličnim oblastima prehrambene tehnologije, tehnologijom pekarskih proizvoda. Namjera nam je bila da na jednom mjestu objedinimo najznačajnije metode senzorne analize hljeba u skladu sa najnovijim tehnikama iz recentne literature. U okviru nastave i praktičnog izvođenja pojedinih analiza pekarskih proizvoda, javila se potreba za jedinstvenim materijalom koji bi na slikovit i jednostavan način ukazao na važnost izbora odgovarajuće metode senzorne analize hljeba.

Željele smo studentima približiti i detaljnije pojasniti terminologiju, definicije, procedure, te način tumačenja rezultata pojedinih senzornih analiza hljeba. Pored toga u tekstu se navode nedostaci i prednosti različitih metoda, što smo smatrale posebno interesantnim preporukama za izbor odgovarajuće senzorne analize.

U ovu knjigu smo ugradile iskustva koja smo stekle u radu sa studentima, kroz izvođenje praktične nastave i izrade završnih radova iz ove oblasti. Nadamo se da će ovaj materijal pomoći studentima I i II ciklusa nastave, kao i istraživačima prilikom odabira senzorne metode za stručna i naučna istraživanja.

Nastojale smo na jednostavan i sistematičan način opisati zahtjeve za senzornom analizom hljeba, metode i tehnike obavljanja senzorne analize kao i obradu i načine predstavljanja dobijenih rezultata.

Nadamo se da će materijal podsticati aktivno učenje kroz brojne primjere koje smo prikupile iz dugogodišnje prakse kroz rezultate vlastitih istraživanja koji omogućavaju studentima da povežu teorijsko znanje sa realnim industrijskim situacijama.

Vjerujemo da će ovaj materijal poslužiti i kolegama koji rade u farinološkim laboratorijama i u proizvodnji pekarskih proizvoda kao korisne upute koje će olakšati određivanje tehnološkog kvaliteta brašna, odnosno hljeba koje u praksi nije uvijek jednostavno i lako.

U izradi ovog udžbenika umnogome su nam nesebično pomogle profesorice Nermina Spaho i Vesna Boljević stručnim savjetima i prijedlozima, te im ovim putem najtoplije zahvaljujemo.

Ovaj udžbenik je skroman doprinos izučavanju široke problematike kvaliteta pšeničnog brašna/hljeba. Nadamo se da će biti koristan dodatni materijal studentima, kao i kolegama koji su vezani za ovu oblast u okviru prehrambene tehnologije.

Autorice

1. UVOD

Pekarski proizvodi od pšeničnog ili drugih vrsta brašna, koji se obično konzumiraju kao pečeni proizvodi širom svijeta i u mnogim različitim oblicima, uveliko se razlikuju zavisno od područja, kulture i navika stanovništva.

Danas postoji veliki izbor proizvoda koji se mogu uključiti u ovu kategoriju, kao što su brojne vrste hljeba, te brašneno-konditorski proizvodi poput kolača, krofni, keksa, biskvita, krepera, te lisnatih peciva, snek proizvoda i drugih. Mogu se klasificirati prema vrsti proizvoda (slani i slatki), konzistenciji tijesta (tvrdi, meki ili standardno tijesto), količini masnoće u tijestu i metodi dizanja (biološki, hemijski ili beskvasni). Od svih ovih proizvoda, hljeb je najpopularniji zbog svoje energetske i nutritivne važnosti, te senzornih i teksturnih svojstava.

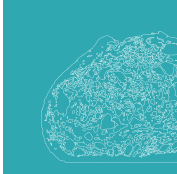
Postoji veoma mnogo različitih vrsta hljeba koji se razlikuju po veličini, obliku, teksturi i okusu, te je precizna klasifikacija jako teško provediva i skoro nemoguća. Tako veličina hljeba može varirati od malih vrsta, u obliku štapića, do vekni mase od nekoliko kilograma. Boja i tekstura kore hljeba su, također, veoma različite kod raznih vrsta hljeba. Primjeri za to su *pampernikel*, sa crnom i tvrdom korom, i kineski pareni hljeb, sa veoma nježnom korom gotovo bijele boje. Pored toga, postoji veliki broj variranja u procesima i režimima tokom proizvodnje, što još više komplicira podjelu ovih pekarskih proizvoda. Razlozi postojanja ovako velikog variranja su kompleksni i teško ih je pregledno predstaviti i sortirati. Pa ipak, većina razloga leži u tradiciji i navikama ljudi. Uz to, ostala hrana u ishrani utiče na konzumiranje određene vrste hljeba, kao i količina hljeba koja je zastupljena u ishrani.

Kroz svoju zaista dugu historiju ovaj proizvod postaje i ostaje simbol blagostanja i egzistencije čovjeka. Poznata je njegova upotreba kao simbola u religijskim ritualima, a nerijetko je predstavljao i sredstvo plaćanja. Međutim, osnovna uloga hljeba u ishrani stanovništva zadržala se do danas.

U užem smislu definicija hljeba glasi: Hljeb je pekarski proizvod mase preko 250 g, proizveden miješenjem, vrenjem (fermentacijom), oblikovanjem i pečenjem tijesta umiješanog od mlinskih proizvoda različitih žitarica, vode ili druge dozvoljene tečnosti, pekarskog kvasca ili drugih supstanci za vrenje, dozvoljenih aditiva, te drugih sastojaka koji odgovaraju minimalnim uslovima kvaliteta.

U većem dijelu Evrope hljeb je glavni izvor ugljikohidrata i svakodnevna namirnica. Različite vrste hljeba imaju različite sastojke, u rasponu od raževog integralnog hljeba s cijelim zrnom i kiselim tijestom, do bijelog hljeba od pšeničnog brašna iz kojeg su u procesu prerade uklonjeni klica i vanjski slojevi zrna. To čini važnu razliku kada je u pitanju nutritivni i bioaktivni aspekt kvaliteta hljeba. O važnosti hljeba u ishrani ljudi svjedoči podatak da se prosječna količina potrošnje hljeba i pekarskih proizvoda po osobi kretala oko 57 kg u razdoblju od 2017. do 2021. godine u Europi, i bilježi stabilan nivo u posljednjih deset godina.

Aktuelna istraživanja i trendovi uticali su na relativnu popularnost pekarskih proizvoda, odnosno, na količinu konzumiranja pojedine vrste hljeba. Sve veći broj istraživanja bavi se nutritivnim aspektima ovih proizvoda, pa je tako i porastao interes potrošača za biranjem „zdravije“ varijante, odnosno, hljebova sa dodatkom nepšeničnih i pseudožita. Ovi dodaci doprinose funkcionalnoj komponenti pekarskih proizvoda sa većim udjelom nerasvorljivih i rastvorljivih vlakana, koji predstavljaju važan faktor pravilne i izbalansirane ishrane. Značajno je napomenuti da i male svakodnevne promjene u izboru vrste hljeba



moгу blagotvorno djelovati, u dužem vremenskom periodu, na poboljšanje cjelokupnog stanja organizma kroz povećan unos dijetetskih vlakana, vitamina iz B skupine i aktivnih biokomponenti iz hljeba. Međutim, jasno je da su pri odabiru pekarskog proizvoda jednako važni i drugi faktori, osim zdravstvenih prednosti, kao što su izgled, struktura, i posebno, okus i aroma. Kada se govori o prehrambenim navikama, može se reći da su okus i aroma svježeg pečenog hljeba među najpoželjnijim u okviru prehrambenih proizvoda.

Ocjenjivanje izgleda, okusa i arome je značajan dio analize cjelokupnog kvaliteta pekarskog proizvoda. Senzorna analiza, zapravo, predstavlja neodvojivi dio ukupnog ispitivanja, bilo da se radi o industrijskoj proizvodnji konzumnog hljeba, ili u sprovođenju stručnih i naučnih istraživanja.

Kvalitet nekog proizvoda podrazumijeva širok dijapazon različitih osobina koje čine njegovu upotrebnu vrijednost. Pored fizičko-hemijskih i nutritivnih svojstava, te zdravstvene ispravnosti, senzorna svojstva su limitirajući faktor kvaliteta hljeba.

Senzorna analiza je naučna disciplina kojom se proizvod ocjenjuje korištenjem jednog ili više čula. Jasno je da provođenje senzorne analize mora biti kontrolisano, kako bi rezultati bili tačni, ponovljivi i objektivni. U novije vrijeme razvijene su različite tehnike senzornog ocjenjivanja kojima se reducira subjektivni uticaj ocjenjivača na nivo koji će osigurati validan naučni podatak.

Senzorno ocjenjivanje hljeba se često provodi na različite načine, zavisno od namjene ocjenjivanja i vrste hljeba. U tom smislu potrebno je sistematizirati različite metode i pojasniti prednosti i nedostatke pojedinih metoda, kao i predstaviti načine bodovanja, odnosno ocjenjivanja. Za rezultate pojedinih senzornih analiza predlažu se i najpogodniji načini predstavljanja.

Fizičko-hemijski i nutritivni kvalitet pojedinih pekarskih proizvoda nije dovoljan, ukoliko nije praćen senzornom analizom. Svaki prehrambeni proizvod, pogotovo hljeb, mora biti privlačan i dopadljiv konzumentima, kako bi se zadovoljili zahtjevi i navike potrošača. Međutim, jasne odrednice kod ocjenjivanja bilo koje vrste hljeba se odnose na generalne parametre izgleda. Da bi se nad uzorcima hljeba sprovela senzorna analiza, najvažniji uslovi su da je hljeb dovoljno pečen, da kora nije nagorjela, ugljenisana i bez mehaničkih oštećenja ili prisutnih vidljivih nečistoća na površini.

Ispitivanje hljeba je osnova ispitivanja kvaliteta brašna, odnosno, ispitivanja njegove upotrebne vrijednosti. Da bi ocjena brašna bila potpuna, u pravilu je praćena procjenom kvaliteta hljeba koji se proizvodi od tog brašna. Zapravo, probno pečenje predstavlja naj slikovitiji metod za ocjenjivanje kvaliteta brašna i često se provodi u industriji i prilikom stručnog, aplikativnog ili naučnog istraživanja.

Kvalitet hljeba, koji se dobije prilikom probnog pečenja, govori o kvalitetu i pogodnosti brašna za proizvodnju hljeba. U generalni kvalitet hljeba, dobijenog probnim pečenjem, obavezno je uključena senzorna analiza, koja se provodi pod utvrđenim i svrsishodnim tehnikama ocjenjivanja. Metoda probnog pečenja, koja se izvodi na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu Univerziteta u Sarajevu, je predstavljena kao posebno poglavlje u ovoj knjizi.

S obzirom na to da se senzorna analiza sprovodi na probnim ili testnim uzorcima hljeba, kao i na hljebovima sa tržišta, prepuručuju se i različite metode u kojima mogu učestvovati ocjenjivači eksperti, obučeni ocjenjivači ili konzumenti bez prethodnih znanja o proizvodnji ili zahtjevima koje taj ocjenjivani proizvod treba da posjeduje.

2. SENZORNA ANALIZA HLJEBA

Senzorna analiza je nauka o mjerenju i vrednovanju karakteristika prehrambenih proizvoda pomoću čula čovjeka. Definisana je kao naučna disciplina koja izaziva, mjeri, analizira i interpretira reakcije na ona svojstva prehrambenog proizvoda koja se mogu osjetiti sa pet osnovnih čula: vid, okus, miris, sluh i dodir. Pri senzornom ocjenjivanju čovjekova čula reaguju na ove podražaje, kao i na izgled i teksturu proizvoda. Impulsi se prenose do centralnog nerva i od njega do mozga, gdje se formira i definiše opšti utisak o proizvodu.

Iako su osnovni nedostaci senzornih metoda, u prvom redu, subjektivnost i nereproducibilnost, raznovrsna obilježja kvaliteta prehrambenog proizvoda ne mogu se mjeriti istovremeno niti jednim instrumentom, s obzirom na to da instrumenti imaju uglavnom parcijalne mogućnosti.

Pored toga, kvalitet nije jednostavni zbir pojedinačnih karakteristika, nego njihova integralna cjelina sa mnogobrojnim i veoma složenim interakcijama, što formira jedinstven dojam o prehrambenom proizvodu. Zbog toga se senzornim metodama poklanja velika pažnja, iako postoje shvatanja da senzornu metodu treba *a priori* svrstati u manje tačnu, odnosno, u nedovoljno naučnu i nepouzdanu. Međutim, na osnovu senzorne analize, uz korektno izvođenje i vrednovanje senzornih svojstava, te pravilno primijenjenu statističku obradu dobijenih podataka, moguće je dobiti objektivnu ocjenu i uporedive rezultate.

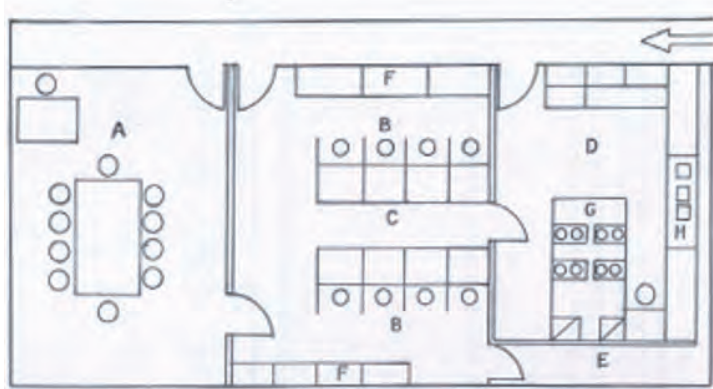
Značaj senzorne analize se ukratko može sažeti u vidu činjenica: da uz korektnu proceduru daje validne i reproducibilne rezultate, kao i ostale naučne discipline, da je neizostavni dio ukupne ocjene kvaliteta i procjene stabilnosti prehrambenih proizvoda, da se ne može zamijeniti instrumentalnim analizama, te da se odlikuje mogućnošću sažimanja ukupnog utiska mirisa, okusa, temperature i taktilnih osjećaja u jedinstven senzorni dojam.

Optimalna procjena kvaliteta dobija se tek koordinacijom instrumentalnih mjerenja i senzorne analize. Pored toga, senzorna analiza, uz adekvatnu statističku obradu, može biti pouzdan alat za prepoznavanje krivotvorenog crnog ili integralnog hljeba na osnovu ocjenjivanja boje proizvoda. Boja uzoraka predstavlja optimalno svojstvo za razlikovanje lažnog integralnog hljeba.

Prilikom izvođenja senzornih analiza mora se voditi računa o procedurama izvođenja, kako bi se osigurali svi kriteriji sigurnosti koji obuhvataju: ponovljivost i preciznost, tačnost i osjetljivost.

Senzorno ocjenjivanje se izvodi u uslovima kontrolisane vlage, na sobnoj temperaturi i pri dnevnom osvjetljenju. Uzorci se u odvojenoj prostoriji označavaju i pravilno pripremaju za ocjenjivanje.

Dostupni su mnogi dizajni laboratorija za senzornu analizu. Općenito, senzorni laboratorij treba uključivati sobu za sastanke, ured, kabine za testiranje i sobu za pripremu uzoraka. Bez obzira na dizajn, najvažniji uslovi za pogodan senzorni laboratorij su lokacija, ventilacija, rasvjeta, raspored kretanja, priprema i prezentacija uzorka, komunikacija ocjenjivača i eksperimentalna udobnost.

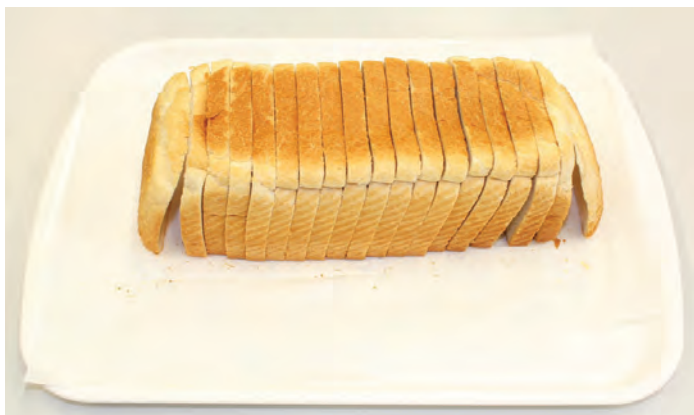


- A – Soba za sastanke
- B – Odjelci za testiranje
- C – Raspodjela uzoraka
- D – Priprema uzoraka
- E – Skladišni prostor
- F – Prostor za serviranje
- G – Kuhanje ili zagrijavanje

Slika 2.1. Tlocrt laboratorije za senzorno ocjenjivanje¹

Prema definisanim, standardizovanim i optimizovanim postupcima priprema uzoraka predstavlja preduslov preciznosti, pouzdanosti i uporedivosti senzornog ocjenjivanja. Priprema uzoraka hljeba obuhvata:

- Šifriranje, koje se obavlja radi identifikacije, obezbjeđenja sljedivosti i prevencije pristrasnosti. Šifre treba da budu jednostavne (npr. trocifreni brojevi), poznate organizatoru ocjenjivanja koji ujedno vrši dešifriranje. Podaci poznati organizatoru, odnosno, voditelju analize obuhvataju informacije o proizvodu, kao što su naziv proizvoda, grupa, vrsta proizvoda, proizvođač, količina uzorka, stanje uzorka i drugo;
- Uklanjanje obilježja uzoraka koji mogu da budu uzrok pristrasnosti (npr. ambalaža kod upakovanih proizvoda);
- Dovođenje uzorka u oblik pogodan za senzornu ocjenu – Hljev se najčešće ocjenjuje bez dodatnih postupaka pripreme kao što su dogrijavanje, odmrzavanje ili rashlađivanje;
- Formiranje pojedinačnih uzoraka;
- Predstavljanje uzoraka ocjenjivačima – za procjenu boje i površinskih svojstava ocjenjivačima se najprije prezentuje cijeli hljev. Za procjenu svojstava sredine, tj. presjeka, hljev se presječe po sredini oštrim, reckavim, dugačkim nožem. Sječenje treba obaviti pažljivo u jednom potezu i pravcu, vodeći računa da se ne naruši struktura sredine. U tu svrhu može poslužiti električni rezač za hljev. Na poprečnom presjeku mogu se ocjeniti tvrdoća, elastičnost, površinska svojstva, zrnavost i građa sredine hljeba. Odsijecanjem kriške konstantne debljine procjenjuju se miris i lomljivost.
- Ocjenjivači dobiju isječene komade uzorka mase najmanje 30 g, istih dimenzija, koji po sastavu odgovaraju cijelom proizvodu ili definisanom dijelu proizvoda. Ocjenjuju se okus, gumastost, žvakljivost i adhezivnost hljeba.



Slika 2.2. U svrhu ocjenjivanja boje i izgleda kore uzorke hljeba treba prezentirati članovima panela u cjelosti²

Način prezentiranja uzoraka hljeba za ocjenjivanje mirisa i okusa prikazan je na slici 2.3. (a i b).



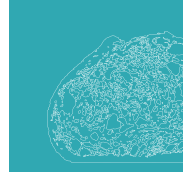
Slika 2.3. Presentacija hljeba za procjenu mirisa u čaši (a), okusa i teksture na tanjiru (b)³

Zavisno od svrhe i cilja, proizvode može da ocjenjuje grupa potrošača ili grupa ocjenjivača koji su prošli obuku. Grupu potrošača čine tzv. „prosječni potrošači“ kojima je proizvod i namijenjen. Broj prosječnih ocjenjivača/potrošača je u pravilu uvijek veći od broja ocjenjivača. Ocjenjivači se odabiru pomoću preciziranih testova kojima se utvrđuje sposobnost kandidata da zapaze i prepoznaju osnovne komponente okusa (slatko, slano, gorko, kiselo), da utvrde razlike u intenzitetu određenog svojstva i da reprodukuju rezultate pri ponovnom ocjenjivanju. Ocjenjivači moraju da posjeduju određen prag osjetljivosti čula.

Na rezultate senzornog ispitivanja utiču psiho-fizičko i zdravstveno stanje ocjenjivača i uslovi sredine u kojoj se ocjenjivanje obavlja (temperatura, doba dana, itd). Tokom ocjenjivanja treba voditi računa da kod ocjenjivača dolazi do adaptacije na okus i miris i do zamora.

2 <https://egyankosh.ac.in/bitstream/123456789/9635/1/Unit-9.pdf>

3 <https://egyankosh.ac.in/bitstream/123456789/9635/1/Unit-9.pdf>



Jasno definisani postupci i protokoli testiranja pomažu u održavanju konzistentnog senzornog kvaliteta. Pritom se mora pažljivo razmotriti područje ocjenjivanja, broj ocjenjivača, učestalost ocjenjivanja, postupci uzorkovanja proizvoda, veličina uzorka, prezentacija uzorka, obrada uzorka i analiza podataka. Generalne upute, procedure izvođenja senzornih analiza i načini obuke i selekcija ocjenjivača propisani su ISO (*International Organization of Standardization*) standardima (Prilog 1). Prilikom provođenja senzornih ispitivanja hljeba potrebno je pridržavati se generalnih uputa o organizaciji, vođenju, pripremi uzoraka, izboru ocjenjivača i adekvatnoj obradi podataka.

2.1. Senzorna svojstva hrane

Osjetne atribute koriste obučeni ocjenjivači za opisivanje kvaliteta hljeba. Oni se mogu klasificirati u četiri skupine i obično se percipiraju sljedećim redoslijedom: (1) izgled; (2) miris; (3) okus i aroma i (4) tekstura.

Izgled

Izgled svakog prehrambenog proizvoda u pakovanju ili izvan njega glavni je atribut koji se koristi za donošenje brze odluke o kvalitetu proizvoda ili njegovoj usklađenosti s očekivanjima potrošača. Na temelju toga, izgledu se mora posvetiti detaljna pažnja prilikom ocjenjivanja uzoraka u laboratorijskom okruženju.

Izgled prehrambenog proizvoda može se ocijeniti prema obliku, veličini, teksturi površine i boji, kako površine, tako i presjeka. Obilježja oblika i veličine mogu uključivati: dužinu, širinu i debljinu koji govore o veličini proizvoda; geometrijski oblik (npr. kvadratni, okrugli); distribuciju nadjeva ili dodataka (npr. orašasti plodovi, sjemenke). Površina proizvoda može biti suha ili vlažna, glatka ili hrapava, mat ili sjajna, mekana ili tvrda, hrskava ili mekana. Boja prehrambenog proizvoda može se izraziti nijansom i intenzitetom boje. Ujednačenost boje, također, se može uključiti kada je izgled u pitanju.

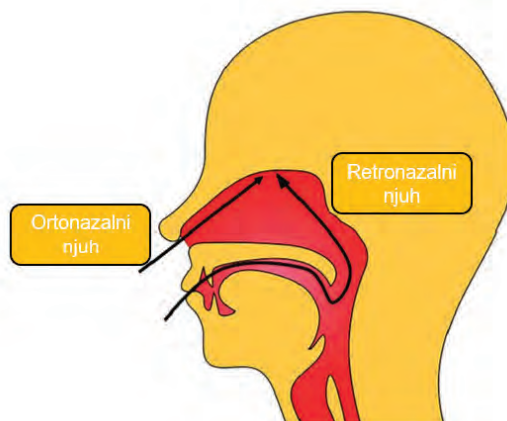
Miris

Miris se definira kao rezultat udisanja isparljivih spojeva koji putuju tokom mirisanja kroz nosni prolaz u nosnu šupljinu, gdje ih percipira olfaktorni sistem. Proces percepcije isparljivih spojeva na olfaktornom epitelu unutar nosne šupljine naziva se ortonazalni njuh. Broj isparljivih spojeva koji dolaze iz prehrambenih proizvoda ovisi o temperaturi posluživanja i prirodi samih spojeva. Svojstva površine prehrambenog proizvoda, također, igraju značajnu ulogu, gdje je difuzija isparljivih tvari kroz meku, mokru i poroznu površinu veća nego kroz tvrdu, suhu i glatku površinu.

Okus i aroma

Tokom oralne obrade hrane odvija se nekoliko procesa odjednom, kako bi se pomoglo percepciji. Kao prvo, žvakanje hrane oslobađa isparljive spojeve mirisa pri temperaturi koja vlada u usnoj šupljini. Oni putuju, nošeni zrakom, kroz nazofaringealni prolaz u nosnu šupljinu kako bi došli u kontakt s olfaktornim epitelom. Taj se proces naziva retronazalna olfakcija, odnosno retronazalni njuh, dok je ortonazalni njuh protok zraka kroz nosnice.

U isto vrijeme, okusni spojevi u hrani rastvaraju se u pljuvački, kako bi došli u kontakt s receptorima okusa koji se nalaze u okusnim pupoljcima. Ovi okusi se percipiraju kao slatki, kiseli, gorki, slani ili umami. Dodatne senzacije, vezane uz osjetljivost sluznice usne šupljine, mogu izazvati određeni hemijski spojevi koji stimuliraju živčane završetke (oporost, metalni okus, ljutina, osjećaj hlađenja). U sklopu svih navedenih percepcija definiraju se okus i aroma hrane.



Slika 2.4. Dijagram ortonazalnog i retronazalnog njuha⁴

Na okus i aromu hljeba utiče više različitih faktora, u prvo redu sastojci – brašno, voda, kvasac, so, mast, emulgatori i drugi ingredijenti koji se mogu dodavati, i u toku pečenja imaju svoj uticaj na senzorne karakteristike krajnjeg proizvoda. Osim sirovina i prekursora arome, mljevenje žita značajno mijenja i aromatske aktivne spojeve i percipirani okus. Poznato je da brašna sa većim stepenom izmeljavanja imaju više izraženu aromu. Također, nepšenična brašna koja se dodaju u recepturi mijenjaju senzorne karakteristike gotovog proizvoda.

Na aromu hljeba, koja je ključna u senzornom utisku, utiču isparljive aromatske komponente koje nastaju tokom proizvodnje. Pod uticajem različitih temperatura mogu se prepoznati dva elementarna procesa razvoja arome: stvaranje arome sredine kada temperatura ne prelazi 100 °C, i aroma kore kada temperatura dosegne 180 °C ili više.

Alkoholi, aldehidi, ketoni, kiseline i esteri nastaju u najvećim količinama tokom fermentacije, zbog djelovanja kvasaca i bakterija mliječno-kiselog vrenja, oksidacije lipida i enzimskih reakcija. Oni doprinose aromi sredine. Najznačajniju aromatsku komponentu sredine hljeba predstavlja 3-metil-1-butanol.

Više temperature pečenja rezultiraju stvaranjem aromatskih komponenti kore kao što su furani, pirazini, pirolini, piridini, oksazoli, tiofeni i spojevi sumpora. Pod uticajem termičke obrade na 180 °C ili više dolazi do *Maillard*-ove reakcije, karamelizacije i toplotne degradacije na površini tijesta/hljeba. Primarna komponenta arome kore je 2-acetil-1-pirolin. Odgovoran je za poželjnu aromu svježeg pečenog hljeba i povezuje se sa aromom pečenog/prženog i jezgrastog.

⁴ Hirano et al., 2022



Slika 2.5. Faktori formiranja arome hljeba

U procesu pečenja hljeba i formiranja finalne arome ne moraju se uzeti u obzir samo sastav, kvalitet brašna i procesni režimi. Aktivnost kvasca je ključan parametar koji utiče na profil arome, senzornu prihvatljivost i fizičke karakteristike.

Tabela 2.1. Organoleptički opis i koncentracija isparljivih komponenti arome sredine hljeba proizvedenog sa pekarskim kvascem (Heitmann et al, 2017)

Komponente arome	Organoleptički osjećaj	Koncentracija (µg/kg)
Etanol	Alkoholni i pomalo slatkast	3.900
Sirćetna kiselina	Sirće, kiselo, opor	50
3-metil-1-butanol	Alkoholni, fermentisani, voćni	86
Izobutirna kiselina	Kiselo, sir	20
2-feniletanol	Hljeb, cvijetni, slatkast	15

Tekstura

Tekstura se može definirati kao manifestacija mehaničkih, strukturnih i površinskih svojstava prehrambenih proizvoda. Na temelju toga, tekstura se može smatrati složenim senzornim atributom koji se sastoji od više različitih istovremenih percepcija. Primarna percepcija teksture ostvaruje se putem organa vida i sluha. Pojmovi kojima se mogu opisati svojstva hrane, u smislu vizuelne percepcije, su površinska svojstva, homogenost, masnoća i vlažnost. Organi sluha povezani su sa svojstvima koja se očituju zvukovima pri rukovanju ili žvakanju hrane (npr. hrskavost). Osjet dodira i pritiska povezan je sa svojstvima teksture koja karakteriziraju strukturu hrane. Prema strukturi prehrambeni proizvodi se mogu podijeliti na tekuće, polučvrste i čvrste tvari. Za razliku od tekućih proizvoda, polučvrste i čvrste tvari zahtijevaju intenzivniju mehaničku obradu u usnoj šupljini uz pomoć zuba, jezika i mišića vilice. ali i pljuvačke.

2.2. Ocjenjivanje senzornih svojstava

Senzorni testovi se klasificiraju kao testovi razlike koji obuhvataju opšte testove i testove razlika u obilježjima; testove sklonosti (preferencije i prihvaćanja) i deskriptivnu analizu. Općenito, metode senzorne analize mogu se podijeliti u tri različite kategorije, na temelju ciljeva testova i pitanja koja treba riješiti:

1. Diskriminacijski testovi – Odgovaraju na pitanje da li postoji uočljiva razlika između uzoraka;
2. Potrošački testovi – Određuju koji je uzorak najbolji (hedonističke ocjene);
3. Opisni testovi – Odgovaraju na pitanje po čemu se uzorci razlikuju.

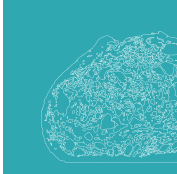
Opšti testovi razlike primijenjuju se kod determinisanja razlika u proizvodu, uslijed promjene sirovine, recepture, procesa proizvodnje, pakovanja ili skladištenja. Cilj testiranja diskriminacije je utvrditi postoji li razlika između uzoraka međusobnom uporedbom. Tokom procjene sličnosti ili različitosti uzoraka, testiranje može biti sveukupno ili usmjereno na attribute, ovisno o cilju. Međutim, metode ispitivanja diskriminacije ne mogu se koristiti, ako je razlika između uzoraka previše očita. Ovim testovima se utvrđuje postojanje razlike između proizvoda, kada nije preciziran parametar po kojem će se dva proizvoda ocjenjivati, odnosno, ocjenjivači utvrđuju da li se prezentovani uzorci generalno razlikuju, dok se pritom od njih ne traži da definišu da li su ustanovljene razlike pozitivne ili ne. Među ove testove ubrajaju se test trougla, duo-trio test, test „dva od pet“, jednostavni test razlika, test „A“-„ne A“, test „razlika od kontrolnog“, sekvencijalni testovi i testovi sličnosti.

Testovi razlika u obilježjima služe za određivanje nivoa razlike između uzoraka, te za definisanje postoji li uopće razlika u jednoj određenoj karakteristici. Ocjenjivači moraju biti pažljivo trenirani da prepoznaju odabrano obilježje. Pritom se ne zahtijeva da se uzorci vizuelno ne razlikuju, već samo u odabranom obilježju. U ovu skupinu testova spadaju test poređenja u paru, test nizanja parova, test višestrukog poređenja u paru, jednostavni test nizanja, test svrstavanja nekoliko uzoraka i test razlika na više uzoraka.

Testovi sklonosti dijele se na kvalitativne i kvantitativne. Kvalitativni testovi mjere subjektivni odgovor potrošača putem pojedinačnih razgovora, koriste se u procjeni potrošačke inicijalne reakcije, te u studiji potrošačke terminologije za opisivanje novog proizvoda. Tipovi kvalitativnih testova: fokus grupe, fokus paneli i intervjui.

Kvantitativni testovi sklonosti prikupljaju pojedinačne odgovore velike grupe potrošača na pitanja preferencije i senzornih obilježja, te se koriste u određivanju sveukupne preferencije ili dopadanja proizvoda potrošaču. Kvantitativni testovi sklonosti dijele se na testove preferenci i testove prihvaćanja. Testovi prihvaćanja koriste se za određivanje sklonosti potrošača prema proizvodu, uz pomoć raznih hedonističkih skala kojima se najbolje izražava stepen neprihvatljivosti ili prihvatljivosti.

Test nizanja ili rangiranja vrlo je jednostavan za postavljanje. Ocjenjivačima je potrebno kratko vrijeme za obuku, a samo testiranje je jednostavno. Međutim, u pogledu procjene kvaliteta, ova metoda nije posebno popularna zbog načina na koji je senzorno pitanje postavljeno u ovom testu. Od ocjenjivača se traži da uzorke poredaju u odnosu na neki atribut/karakteristiku prema dopadljivosti ili nekom tačno određenom svojstvu. Naprimjer, od njih se može tražiti da ocjenjuju uzorke prema mekoći sredine ili hrskavosti kore. Budući da potencijalni problemi, vezani za kvalitet, mogu biti usko vezani uz određene attribute, to može ograničiti korisnost ovog testa. Testiranje se provodi tako što se ocjenjivačima prezentira četiri ili pet uzoraka nasumičnim redoslijedom, te su oni dužni rangirati ih prema traženom atributu. Za metode kvaliteta jedan od uzoraka



mora biti provjerena kontrola, a u određenim prilikama može biti korisno imati i skrivenu kontrolu.

Deskriptivni testovi, kao što ime sugerira, koriste se za opisivanje proizvoda korištenjem senzornih karakteristika koje ocjenjivači percipiraju u izgledu, mirisu, teksturi i okusu. Intenzitet percipiranih svojstava se boduje/gradira, čime se svim postojećim razlikama daje brojčana vrijednost. U prosjeku, panel od najmanje 10 obučениh ocjenjivača može se preporučiti za deskriptivnu analizu.

Kvantitativna deskriptivna analiza (*Quantitative Descriptive Analysis*, ili skraćeno Q.D.A) je analiza koja uključuje detekciju i opis svih kvalitativnih i kvantitativnih gledišta od strane ocjenjivača. Koristi se u razvoju novih proizvoda, za kontrolu i osiguranje kvaliteta, određivanje promjena tokom skladištenja, itd. Ova senzorna analiza je prilično detaljna i često se koristi u naučnim ispitivanjima. Kvalitativni elementi deskriptivne analize su vanjski izgled (boja, površina, veličina, oblik), karakteristike arome okusa, tekstura u ustima, te karakteristike koje se osjete dodirrom i koje mjere intenzitet navedenih kvalitativnih elemenata. Ponekad se kod ispitivanja različitih dodataka uvodi i karakteristika naknadnog okusa.

Q.D.A. omogućava potpun opis senzornih svojstava proizvoda riječima, provođenjem multiproizvodnog testiranja od strane ograničenog broja kvalifikovanih ocjenjivača. U ovoj metodi učestvuju eksperti ili obučeni laici, koji slučajnim redoslijedom identificiraju i kvantitativno određuju senzorna svojstva proizvoda i svojstva sastojaka, što zapravo znači da članovi panela određuju ne samo šta, nego i koliko čega ima u proizvodu. Za razliku od ostalih, ova metoda prevladava probleme koji se javljaju tokom statističke analize dobivenih rezultata, i to putem postavljanja odgovarajućih termina i postupaka. Sam naglasak metode je na upotrebi ponovljivih rezultata, kao osnove za određivanje kvaliteta dobivenih podataka. Posebna prednost metode je mogućnost grafičkog prikaza dobivenih rezultata pomoću tzv. radara koji, nanesen na prozirnu foliju, može biti korišten kao standard s kojim se upoređuju ostali rezultati.

Za ekspertnu senzornu analizu prehrambenih proizvoda, često se koriste metode bodovanja/poentiranja. Kroz praksu i odgovarajućim ispitivanjima, definisano je više sistema bodovanja u okviru kojih se obavlja analiza i ocjenjivanje odabranih, reprezentativnih svojstava kvaliteta određene grupe ili vrste namirnica. Ove vrste senzornog ispitivanja se često provode prilikom ispitivanja pekarskih proizvoda u industriji, prilikom probnog pečenja, kao i za stručna i naučna istraživanja. Osnovne odlike senzornog ocjenjivanja pomoću metode poentiranja su:

- Izbor reprezentativnih svojstava kvaliteta obavljaju eksperti;
- Svaki nivo kvaliteta mora biti precizno definisan i opisan;
- Prilikom ocjenjivanja pekarskih proizvoda najčešće se koristi skala 1 - 5;
- Primjena koeficijentata važnosti (KV).

Specifičnost ove metode ogleda se upravo u preciziranju KV. Njegovom primjenom dobija se kvantitativni odraz ukupnog kvaliteta, kao izbalansirana srednja vrijednost bodova za pojedina svojstva. Kod ove metode uzima se u obzir značaj pojedinog senzornog svojstva u ukupnom kvalitetu proizvoda. Kada se govori o hljebu, najznačajnija svojstva su izgled sredine i okus kore i sredine, te ovi senzorni parametri se množe sa najvećim KV. Pojedinačne vrijednosti KV treba tako međusobno izbalansirati da njihov zbir iznosi 20.

U slučaju ispitivanja hljeba, instrumentalne analize mogu pružiti vrijedne informacije o izgledu, strukturi i teksturi, s obzirom na to da se odstupanja u kvalitetu proizvoda lako kvantificiraju i veoma često se koriste samostalno ili u kombinaciji sa senzornom analizom. Prikadne su za rutinska ispitivanja hljeba u industriji ili u zanatskoj proizvodnji, s obzirom da su neka od ovih mjerenja jednostavna za izvođenje, bez potrebe za skupim

aparatima i obučanim osobljem.

Jednostavna mjerenja i instrumentalne analize hljeba koreliraju sa senzornom ocjenom. Neki od primjera su instrumentalna analiza tvrdoće hljeba i deskriptivna senzorna analiza izgleda ovog proizvoda.

Kada promjena u proizvodnom procesu ili formulaciji snažno utiče na okus proizvoda, potrebno je napraviti senzornu analizu, ali kada su fizičke karakteristike promijenjene, instrumentalno određivanje daje pouzdanije kvantitativne informacije o kvalitetu proizvoda.

2.3. Uloga ocjenjivača

Senzorna analiza se izdvaja od drugih naučnih metoda po svojim specifičnostima koje se ogledaju najprije u načinu mjerenja, odnosno ocjenjivanja, gdje presudnu ulogu ima čovjek kao ocjenjivač. Pored toga, preciznost analiza je uslovljena i samim proizvodom koji se ocjenjuje, njegovom količinom i svojstvima. Da bi se izbjegla svaka nedoumica u pogledu objektivnosti rezultata, analize se pod istim uslovima provode od strane više ocjenjivača. Broj ocjenjivača zavisi od njihove obučenosti i cilja same analize.

Prilikom izvođenja senzorne analize rijetko se uključuju slučajno izabrani ocjenjivači. Senzorni test podrazumijeva ograničen broj ocjenjivača izdvojenih iz velike grupe provjerenih i više ili manje kvalifikovanih osoba. Selekcija ocjenjivača se izvodi na osnovu njihovih prethodnih iskustava i poznavanja proizvoda, kao i na osnovu dizajna testa. Pri afektivnim testovima ocjenjivači treba da predstavljaju slučajni uzorak populacije potrošača koji se odabiru prema kriterijima koji će najbolje oslikavati određenu populaciju.

Zavisno od cilja ispitivanja angažuju se različite kategorije ocjenjivača ili panelista:

- Osobe bez prethodnog iskustva, laici, odnosno osobe sa nedovoljnim predznanjem o senzornom ocjenjivanju;
- Obučeni ocjenjivači koji su podvrgnuti testovima provjere sposobnosti, kako bi mogli učestvovati u senzornom ispitivanju i koji su prošli određenu obuku;
- Ocjenjivači eksperti, koji su osposobljeni za izvođenje senzorne analize i istovremeno detaljno poznaju proizvodnju i svojstva proizvoda koji ocjenjuju, uz značajno iskustvo u senzornom ocjenjivanju.

Specifičnost senzorne analize ogleda se u broju ponavljanja ocjenjivanja. Smatra se da je za testove razlika dovoljno jedno ponavljanje, odnosno, svaki ocjenjivač testira dva proizvoda kako bi utvrdio postojanje razlike. Kod deskriptivnih testova svaki ocjenjivač ocjenjuje dva ili više puta svaki proizvod u eksperimentu. Na ovaj način se mjeri i varijabilnost među ocjenjivačima i njihova pouzdanost, poboljšava se osjetljivost testa i povećava vjerovatnoća uočavanja razlika. Kod deskriptivnih testova, kada se radi o iskusnim i obučanim panelistima, nije potrebno ponavljati ocjenjivanja. U tom slučaju broj ocjenjivača predstavlja ukupan broj ponavljanja.

Zavisno od pitanja na koja senzorna analiza treba da odgovori, planira se i metoda analize, kao i dizajn eksperimenta, broj i obučenost ocjenjivača i odgovarajuća statistička analiza.

U narednim poglavljima će biti detaljno prikazane pojedine senzorne analize koje se najčešće koriste prilikom ispitivanja kvaliteta hljeba, kao i procedura izvođenja probnog pečenja hljeba.

3. PROBNO PEČENJE

Probno pečenje je najmjerodavnija metoda ispitivanja kvaliteta brašna, odnosno pšenice, i podrazumijeva ispitivanje kvaliteta hljeba dobijenog po detaljno propisanoj proceduri. Pruža detaljne informacije o kvalitetu pšenice ili brašna preko kvaliteta finalnog proizvoda. Zvanične verifikovane metode su internacionalne AACC (*American Association of Cereal Chemists*) i ICC (*International Association for Cereal Science and Technology*), koje se međusobno razlikuju. Dosljedno izvođenje ovih postupaka vezano je za propisanu opremu i proceduru. Međutim, zbog nedostatka odgovarajuće opreme, često se izvode modifikovane procedure probnog pečenja koje su prilagođene postojećoj laboratorijskoj opremi i dizajnu eksperimenta, odnosno, ciljevima koji su postavljeni u okviru cijelog ogleada. Naprimjer, u uslovima ispitivanja karakteristika pšenice prilikom selekcije, količina uzorka može biti relativno mala i potrebno je probno pečenje prilagoditi maloj količini uzorka. U mlinu ili pekarskoj industriji, metoda se prilagođava recepturi i uslovima proizvodnje u pogonu.

U svakom slučaju, za uporedive uslove ispitivanja i ponovljive rezultate, potreban je standardizovani postupak obrade specifičan za pojedinu vrstu hljeba. Kako bi se ispravno prikazao potencijal nekog brašna, često se ne koriste dodatni sastojci, a optimizacija krajnjeg proizvoda prepuštena je majstorstvu pekara.

Za korektno izvođenje probnog pečenja potrebno je osigurati odgovarajuće elemente procedure koji se prilagođavaju svakom pojedinom uzorku brašna koje se ispituje:

1. Moć upijanja vode (MUV);
2. Vrijeme zamjesa;
3. Vrijeme fermentacije.

Prilikom određivanja recepture za probno pečenje, posebna pažnja se posvećuje moći upijanja vode (MUV). Moć upijanja vode je količina vode koja je potrebna za zamjes da se postigne optimalna konzistencija tijesta, odnosno 500 FJ (farinografskih jedinica). Izražava se u postotcima na količinu brašna i zavisi od kvaliteta brašna. U pravilu bijela brašna sa više glutena će imati veću MUV. Da bi se iskazao potpuni kvalitet nekog brašna, potrebno je prilagoditi količinu vode u recepturi za svaki pojedini uzorak brašna. MUV se najpreciznije određuje na farinografu, mada se u nekim zanatskim pekarama i u domaćinstvu MUV određuje paušalno, odnosno, prema iskustvu.

Najveći mogući volumenski prinos u pravilu se javlja kada je tijesto optimalno umiješeno ili je umiješeno malo iznad optimalnog. Pod optimalnim vremenom se podrazumijeva tačka u kojoj se postiže najpovoljnija moguća konzistencija tijesta, odnosno, postiže se maksimalno moguće umrežavanje adhezivnih sastojaka. Osim same adhezivne prirode, sastojci za tijesto, temperatura i jačina unesene sile, uslovljeni geometrijom i brzinom rotacije mješalice, također mogu utjecati na to koliko brzo se tijesto optimalno mijesi ili premijesi.

Kod probnog pečenja potrebno je izvoditi probu pod istim objektivnim i subjektivnim okolnostima. Rezultati probnog pečenja mogu uveliko zavisiti od procesnih uslova. Zato je veoma važno imati informacije o interakcijama između kvaliteta brašna i procesnih varijabli. Kada se koristi fiksno vrijeme zamjesa, neka brašna se mogu nepotpuno razviti, dok druga mogu iskazati osobine previše izmiksiranog tijesta (*overmixed*). Precizno određivanje trajanja zamjesa može biti različito. Naprimjer, vrijeme zamjesa se može odrediti prema vremenu razvoja tijesta na farinografu uz 126 obrtaja u minuti (obr/min).

Mogu se koristiti i drugi uređaji kao što su mikromikser ili *micro-doughLAB*, pogotovo ako se radi o maloj količini uzorka. Iskustveno, odnosno, subjektivno određivanje vremena zamjesa koje je potrebno da bi tijesto postiglo odgovarajuću konzistenciju, može se prepustiti stručnom i iskusnom voditelju probnog pečenja.

Vrijeme fermentacije je treća važna karakteristika za uspješno izvođenje probnog pečenja. Slaba brašna će „pasti“ ako je vrijeme fermentacije suviše dugo, dok će jaka brašna zahtijevati duže vrijeme fermentacije kako bi iskazala svoj potpuni potencijal. Kraj završne fermentacije se može odrediti iskustveno, na osnovu reakcije tijesta na pritisak gornje površine. Na ovaj način se postiže zadovoljavajući kvalitet finalnog proizvoda i osigurava uporedivost uzoraka brašna, odnosno hljeba.

Kada se ispituju brašna za komercijalnu upotrebu, probno pečenje je često fiksno i usklađeno sa industrijskim načinom pečenja. Međutim, kada je cilj probnog pečenja ocjena potpunog pecivog potencijala brašna ili ispitivanje međuzavisnosti između kompozicije brašna i kvaliteta gotovog proizvoda, neophodno je izvršiti optimalizaciju probnog pečenja.

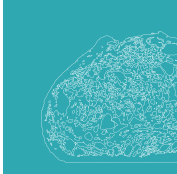
Pored odabira metode probnog pečenja, od presudne važnosti je i način izvođenja procedure koji najbolje odgovara datom kvalitetu brašna. Ovo se najprije odnosi, kako je već naglašeno, na moć upijanja vode (MUV) i trajanje zamjesa i fermentacije.

Mnogi naučni radovi tiču se pečenja hljeba u kalupima, iako je upravo slobodno pečeni hljeb više zastupljen u mnogim evropskim zemljama. Ovako pečen hljeb podrazumijeva pečenje bez potpore zidova kalupa, koji definiraju oblik hljeba.

Kod izvođenja probnog pečenja neophodno je voditi računa i o amilolitičkoj aktivnosti brašna. Ukoliko je brašno niske amilolitičke aktivnosti, dobiće se finalni proizvodi slabog kvaliteta zbog reducirane moći razvijanja gasova.

Jednostavnom korekcijom, odnosno, dodavanjem određene količine amilolitičkih enzima, ovaj nedostatak bi se eliminirao i pokazala bi se stvarna vrijednost ispitivanog brašna, te bi u potpunosti došle do izražaja sve njegove potencijalne mogućnosti. Jasno je da se prilikom izvođenja probnog pečenja mora ujednačiti amilolitička aktivnost u uzorcima brašna, kako bi se mogao porediti kvalitet finalnih proizvoda.

Pored usaglašavanja pobrojanih elemenata, prije izvođenja procedure probnog pečenja poželjno bi bilo ispitati i fermentativnu aktivnost kvasca. Ukoliko je pekarski kvasac star i male fermentativne moći, kvalitet dobijenih finalnih uzoraka će biti neadekvatan, a rezultati nekomparabilni. Odlike pekarskog kvasca i faktor konverzije prikazani su u tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Karakteristike pekarskog kvasca⁵

Forma		Sklad. (°C)	Vrijeme sklad.	Vlaga (%)	Način dodavanja	Faktor konverzije*
Svježi	Presovani	2-7	3-4 sedmice	67 -72	Zajedno sa ostalim sastojcima ili prethodno rastvoren u vodi prije zamjesa	1
	Tečni	1-4	10-14 dana	80-84	Zajedno sa ostalim sastojcima	1,5-1,8
Suhi	Aktivni suhi kvasac	Sobna temp.	1-12 mjeseci	6-8	Pred zamjes hidratizira na 40-43 °C, 10-15 minuta	0,4-0,5
	Instant suhi	Sobna temp.	Više od godinu dana (zavisno od pakovanja)	4-6	Miješa se direktno sa ostalim suhim sastojcima	0,33-0,40

* Obračunava se u odnosu na količinu presovanog kvasca

Brojna ispitivanja različitih uticajnih faktora na kvalitet hljeba uglavnom su provedena na hljebu od bijelog brašna. Međutim, povećanje potrošnje proizvoda od cijelog zrna, kao i proizvoda od kompozitnog brašna, dovelo je do razvoja niza istraživanja koja su usmjerena na rasvjetljavanje odnosa između kvaliteta brašna i tijesta testiranim na bijelom brašnu, s jedne strane, i testiranim na cjelovitom ili kompozitnom brašnu s druge strane.

Metode po kojima se izvodi laboratorijsko probno pečenje, na osnovu kojeg se ocjenjuje kvalitet pšeničnog brašna u raznim laboratorijama i u različitim zemljama, razlikuju se u pogledu: količine uzorka brašna, načina izrade tijesta (direktan ili indirektan postupak), recepture za izradu tijesta (konzistencija tijesta, sadržaj soli, kvasca, šećera, masti, sladnog ekstrakta, oksidacionih sredstava, raznih mineralnih soli itd.), uslova i dužine miješanja, načina obrade tijesta (broj premjesivanja i način premjesivanja), uslova i trajanja fermentacije u masi, količine tijesta, načina oblikovanja tijesta, uslova i trajanja završne fermentacije, uslova pečenja (tip laboratorijske peći, temperatura pečenja i količina pare) i načina i uslova čuvanja pečenog hljeba.

U cilju unificiranja opreme i eliminisanja subjektivnih uticaja više autora je pokušalo da primijeni automat za pečenje hljeba, koji je u prvom redu namijenjen pripremi hljeba u domaćinstvima. Prednosti automata su eliminisanje uticaja ljudskog faktora, mala investicija u opremu, zahtjevi za prostor su minimalni i postiže se dobra ponovljivost.

Međutim, veliki nedostaci ovakvog načina ispitivanja kvaliteta brašna su dugotrajnost procesa i potreba za više istih uređaja za serijska ispitivanja. Nadalje, pečenje je moguće izvesti samo korištenjem kvalitetne sirovine, a za jednu analizu je potrebno 300 g brašna, što je relativno velika količina kada je potrebno ispitati kvalitet sorte pšenice u ranim fazama oplemenjivanja.

3.1. Izvođenje probnog pečenja direktnim postupkom

Prilikom izvođenja eksperimenta poželjno je uzeti u obzir individualnu sposobnost upijanja vode brašna (MUV) i vrijeme razvoja i fermentacije tijesta.

U nastavku će se predstaviti metoda probnog pečenja koja se izvodi u laboratoriji za prehrambene tehnologije na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu Univerziteta u Sarajevu. Metoda se zasniva na optimalnoj količini vode dodate u brašno za svaki pojedinačni uzorak brašna, optimalnom trajanju zamjesa i na fiksnom vremenu odmaranja i fermentacije.

Priprema sirovina

Prema ovoj metodi potrebno je izvagati 150 g brašna vlažnosti 14% (masa brašna za zamjes korigira se prema vlažnosti brašna) prema formuli:

$$\text{Masa brašna (g)} = \frac{86}{100 - v} \cdot 300$$

Gdje je v sadržaj vode u brašnu

Korekcija mase brašna na 14% vlage može se očitati iz tabele za 50 i 300 g brašna različitog sadržaja vlage (Prilog 2).

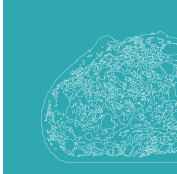
Pored odvage sirovina, potrebno je napraviti rastvor šećera u koji se suspendira kvasac. Odvaganu količinu kvasca, prema ustanovljenoj recepturi, potrebno je suspendirati u rastvoru saharoze. Rastvor saharoze se priprema tako što se saharoza otopi u vodi (1:19) temperature $35 \pm 1^\circ\text{C}$. Smjesa se potom lagano promućka, pokrije i ostavi da odstoji 10 minuta. Važno je naglasiti da je ovu količinu rastvora potrebno oduzeti od ukupne količine vode za zamjes.

Tabela 3.2. Receptura za probno pečenje hljeba

Sirovine	Količina	
	g	%
Pšenično brašno (g)	150	100
Kvasac (g)	2,7	1,8
So	2,25	1,5
Šećer saharoza	2,8	1,86
Askorbinska kiselina*	0,0075	0,005
Voda (ml)	Prema MUV**	Prema MUV**

*Opcionalno

**U ovu količinu vode potrebno je uključiti suspenziju kvasca



Količina vode potrebne za zamjes svakog pojedinačnog uzorka određuje se na farinografu prema moći upijanja vode (%) do postizanja konzistencije tijesta od 500 FJ. Međutim, potrebna količina vode može se odrediti jednostavnom metodom prema Oras i Oručević Žuljević (2024).

Temperatura tijesta se reguliše temperaturom vode. Temperatura vode potrebne za zamjes tijesta izračunava se prema formuli:

$$Temperatura\ vode\ za\ zamjes\ (^{\circ}C) = 2Tt - Tbr + 5$$

Gdje je:

Tt – željena temperatura tijesta (u ovom slučaju 30 °C)

Tbr – temperatura brašna

5 – korekcija zbog hlađenja u mjesilici

Askorbinska kiselina se ne mora dodavati, ukoliko se pretpostavlja da su uzorci brašna povoljnog kvaliteta, odnosno sa većim udjelom vlažnog glutena. Međutim, ukoliko se radi sa uzorcima kompozitnog brašna ili brašna većeg stepena izmeljavanja, poželjno je dodati odgovarajuću količinu askorbinske kiseline.

Tabela 3.3. Procedura izvođenja probnog pečenja hljeba

Proces	Opis
Odvaga	<ul style="list-style-type: none"> Vaganje svih sirovina
Priprema	<ul style="list-style-type: none"> Prosijavanje brašna Suspendovanje kvasca u rastvoru saharoze Određivanje količine vode Određivanje temperature vode
Zamjes	<ul style="list-style-type: none"> Sporohodni 2 minute Brzohodni – iskustveno do postizanja optimalne konzistencije tijesta
Odmaranje tijesta u masi	<ul style="list-style-type: none"> Ambijentalna temperatura Vrijeme 10 min
Prvo oblikovanje	<ul style="list-style-type: none"> Odvaga na tri jednaka komada tijesta Ručno okruglo oblikovanje
Prva fermentacija	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura 30 °C Relativna vlaga u komori 75 ± 5% Vrijeme 30 min
Drugo oblikovanje	<ul style="list-style-type: none"> Kratko ručno premjesivanje
Završna fermentacija	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura 30 ± 1°C Relativna vlaga u komori 75 ± 5% Vrijeme 50 min
Pečenje	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura 170 - 230 °C, 30 ± 3 minute
Doziranje vodene pare	<ul style="list-style-type: none"> Porculanske zdjelice s proključalom vodom

Proces	Opis
Hlađenje	<ul style="list-style-type: none"> • Pokriveni uzorci se hlade pri ambijentalnoj temperaturi • Trajanje 1 sat

Zamjes

U posudu za zamjes dodaje se prethodno prosijano brašno granulacije iznad 250 µm, pripremljena suspenzija kvasca, so i askorbinska kiselina. Zamjes se izvodi u električnoj mjesilici u trajanju od 2 minute najmanjom brzinom radi homogenizacije sastojaka. Drugi dio zamjesa, brzohodni, traje nekoliko minuta dok tijesto ne postigne optimalnu konzistenciju što se ocjenjuje vizuelno. Optimalna konzistencija tijesta podrazumijeva da je tijesto pogodno za obradu, te da se lako može prebaciti iz posude bez ostatka. Prilikom ručnog oblikovanja tijesto se ne lijepi i formira se glatka površina tjestene kugle.

Čvrsto i suho tijesto ukazuje na grešku u pripremi, premalo vode, odnosno, previše brašna, ili prekratak zamjes. S druge strane, ukoliko je dodata prevelika količina vode ili ako je zamjes trajao predugo posljedica je ljepljivo tijesto koje se lako razvlači, ostavlja ostatke tijesta kada se izvadi iz posude i na rukama nakon zaobljavanja.

Odmaranje

Odmaranje pokrivenog tijesta ili relaksacija se odvija pri ambijentalnoj temperaturi u trajanju od 10 minuta.

Odvaga i oblikovanje

Nakon mašinskog zamjesa i odmaranja, tijesto se vadi iz posude i ručno mijesi na odgovarajućoj podlozi, u trajanju 2 – 3 minute, dok ne bude glatko. Poželjno je mjeriti temperaturu tijesta u svakoj fazi obrade. Temperatura tijesta se mjeri termometrom, tako što se termometar direktno postavlja u tijesto. Temperatura umiješanog tijesta treba biti 25 – 27 °C. Pored toga, radi boljeg uvida u tok procedure, preporučuje se mjeriti pH vrijednost tijesta, te nakon odmaranja i fermentacije.

Tijesto se važe i podijeli na tri dijela jednake mase koji se kratko okruglo oblikuju. Mase izvaganog tijesta potrebno je zabilježiti da bi se mogli izračunati prinosi i ukupni gubici.

Prva fermentacija

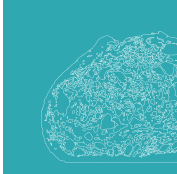
Fermentacija oblikovanih tjestanih komada se odvija u fermentacionoj komori pri temperaturi od 30 °C i relativnoj vlazi od 75 ± 5% u trajanju od 30 minuta.

Drugo oblikovanje

Nakon završene fermentacije oblikovani tjestani komadi se ponovo kratko premijese, okruglo oblikuju i vraćaju na drugu fermentaciju.

Druga fermentacija

Pleh s oblikovanim tjestenim komadima se stavlja u fermentacionu komoru na drugu fermentaciju na temperaturi od 30 °C i relativnoj vlazi od 75 ± 5% u trajanju od 50 minuta. Prilikom druge fermentacije potrebno je kontrolisati tijesto. Ukoliko tijesto iskazuje tendenciju smanjene elastičnosti, fermentacija se prekida, bilježi se vrijeme fermentacije, a tjesteni komadi se odmah stavljaju na pečenje.



Pečenje

Nakon završene druge fermentacije, pleh s oblikovanim tjestanim komadima se stavlja u pećnicu zagrijanu na 230 ± 10 °C. Na krajeve pleha se stavljaju porculanske zdjelice s proključalom vodom koja bi odmah pri početku pečenja isparavala, čime se omogućava dovoljna količina vodene pare u prvoj fazi pečenja. Nakon 5 minuta pečenja temperatura se smanji na 200 °C, a poslije 15 minuta na 175 °C. Ukupno vrijeme pečenja je 30 ± 3 minute.

Nakon pečenja uzorci hljeba se važu i bilježe se mase uzoraka.

Hlađenje

Pečeni hljebovi se izvade iz pleha, postave na drvenu rešetku, pokriju i hlade pri ambijentalnoj temperaturi, zaštićeni od strujanja vazduha, u trajanju od sat vremena.

Vaganje uzoraka hljeba se provodi i nakon hlađenja i bilježe se mase uzoraka.

Pojedine faze probnog pečenja potrebno je popratiti za svaki pojedini uzorak odgovarajućom dokumentacijom, gdje se bilježe svi neophodni podaci za korektno izvođenje procedure, kao što su podaci o recepturi, temperaturi tijesta i vremenu izvođenja pojedinih operacija (Prilog 3).

Kod izvođenja probnog pečenja, pogotovo ako se radi o većem broju uzoraka, važno je obratiti pažnju na pravilno obilježavanje. Ispitivanje kvaliteta uzoraka treba raditi nasumičnim redoslijedom radi izbjegavanja mogućih subjektivnih grešaka.

3.2. Pecive osobine hljeba

Prinos pekarskih proizvoda, te gubici nakon pečenja, hlađenja i čuvanja, pokazatelji su kvaliteta brašna i njegove pogodnosti za ekonomičnu proizvodnju. Prinos hljeba je u uskoj vezi sa sposobnošću brašna da veže određenu količinu vode. Ukoliko je prisutno više kvalitetnog glutena u brašnu i ako su ostali parametri kvaliteta ujednačeni, utoliko će za zamjes biti potrebno više vode i prinos tijesta i analogno hljeba će biti veći. Prinos i gubici tokom pečenja i hlađenja se obračunavaju na osnovu mase brašna, tijesta i gotovih proizvoda u različitim vremenskim intervalima i izražavaju se u procentima.

Izračunavanje prinosa i gubitaka tokom pečenja i hlađenja

Prinos tijesta (P_T) je najprije u ovisnosti od MUV, odnosno, od količine dodate vode u zamjes, a koja opet zavisi od količine i kvaliteta glutena, stepena izbrašnjavanja, sadržaja oštećenog skroba, sadržaja vode u brašnu i granulacije brašna.

Prinos tijesta se izračunava je na osnovu formule:

$$P_T = \frac{\text{Zbir masa sirovina (g)}}{\text{Masa brašna za zamjes (g)}} \cdot 100 (\%)$$

Prinos hljeba (P_H) je u visokoj pozitivnoj korelaciji sa P_T i važan je pokazatelj kvaliteta brašna, a naročito se primijenjuje u industriji. Obračunava se na osnovu formule:

$$P_H = \frac{m_H \cdot P_T}{m_T} \cdot 100 (\%)$$

Gdje je:

m_H – prosječna masa jednog hljeba (g)

m_T – masa odvage tijesta (g)

Kod prikazivanja P_H bitno je naglasiti vrijeme mjerenja mase uzoraka hljeba od momenta izlaska iz peći. Ovaj parametar pecivog kvaliteta hljeba se mijenja zavisno od trajanja hlađenja, odnosno, vremena ispitivanja. Može poslužiti, također, i kod procjene brzine starenja hljeba.

Gubici tokom pečenja i gubici nastali tokom hlađenja i skladištenja, odnosno čuvanja hljeba, obračunavaju se kao gubitak pečenjem (GP) neposredno nakon što se uzorci izvade iz peći, gubitak hlađenjem (GH), nakon adekvatno provedenog postupka hlađenja i gubitak nakon skladištenja (GS) uz navođenje trajanja hlađenja, odnosno skladištenja.

Gubitak tokom pečenja (GP) obračunava se prema formuli:

$$GP = \frac{m_T - m_H}{m_T} \cdot 100 (\%)$$

Gdje je:

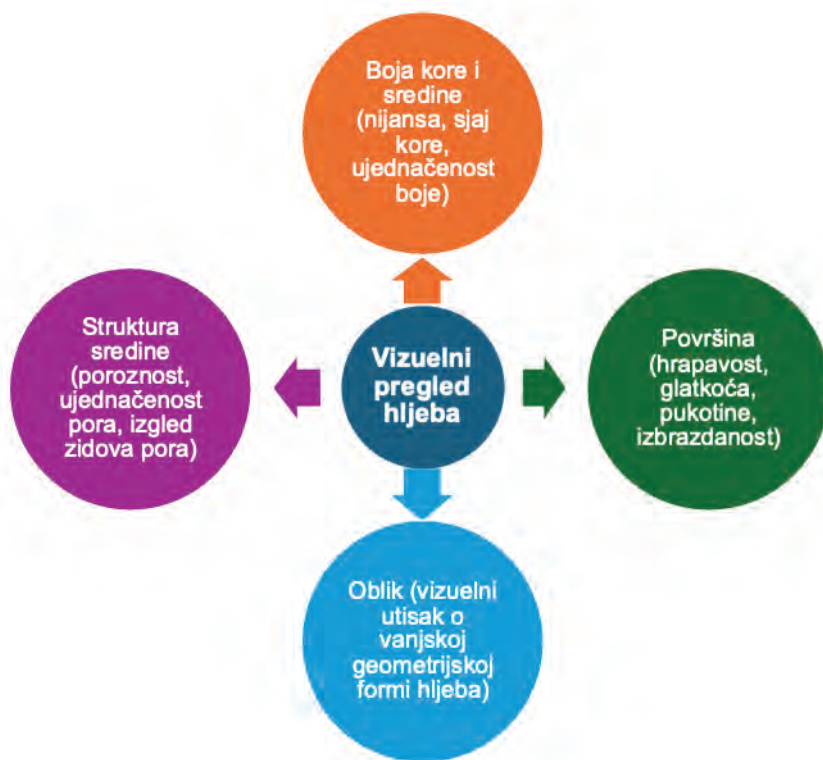
m_T – masa tijesta (g)

m_H – masa hljeba nakon izlaska iz peći (g)

Pomoću iste formule obračunava se GH i GS. GS se koristi kod procjene svježine, odnosno, brzine starenja hljeba. Može se koristiti i kod izbora odgovarajućih uslova čuvanja hljeba.

4. VIZUELNI PREGLED

Senzorna analiza nekog prehrambenog proizvoda se u značajnoj mjeri zasniva i na vizuelnom pregledu. S obzirom na to da je upravo izgled proizvoda ono što konzumenta odbija ili privlači na prvi pogled, vizuelni pregled igra značajnu ulogu u cjelokupnom senzornom dojamu. Kada je u pitanju hljeb, vizuelni pregled hljeba podrazumijeva uočavanje karaktera površine, kao i izgled presjeka. Važnu ulogu ima i ocjenjivanje boje, i to kore – zapečenost, kao i boje sredine. Vizuelna tehnika senzornog ocjenjivanja podrazumijeva determinisanje osobina nekog proizvoda kao skupa vizuelnih utisaka koji se registruje čulom vida. Drugim riječima, na osnovu posmatranja proizvoda stiče se primarni dojam o nekom proizvodu i taj prvi vizuelni dojam je ključan u donošenju odluke o prihvatanju i konzumiranju proizvoda. Posmatranjem se procjenjuje izgled, odnosno, boja, izgled površine, struktura, poroznost sredine i druge karakteristične vidljive osobine (Shema 4.1).



Shema 4.1. Elementi vizuelnog pregleda hljeba

Kod vizuelnog pregleda pekarskih proizvoda zasebno se ocjenjuju izgled kore, odnosno, površine i izgled sredine hljeba.

Posmatraju se sljedeće osobine:

1. Boja površine hljeba – vizuelni utisak nastao kao posljedica podražaja mrežnjače oka svjetlosnim zracima različitih talasnih dužina, odnosno opažanje boje;

2. Površina – vizuelni utisak izgleda površine;
3. Struktura sredine hljeba – vizuelni utisak o unutrašnjem izgledu koji čini nekoliko elemenata: poroznost sredine, raspored i ujednačenost pora, izgled zidova pora, povezanost kore i sredine, boja i ujednačenost boje;
4. Oblik – vizuelni utisak o vanjskoj geometrijskoj formi proizvoda. Kada je u pitanju hljeb, oblik proizvoda se često preciznije obračunava kao odnos između visine i širine poprečnog presjeka i predstavlja se kao fizički parametar kvaliteta proizvoda.

Kod zapažanja boje kore i sredine hljeba vodi se računa o nijansi kao svojstvu koje odgovara variranju u talasnoj dužini, sjaju, intenzitetu, stepenu čistoće i ujednačenosti boje.

4.1. Pregled boje hljeba

Boja kore hljeba može jako varirati, zavisno od načina pečenja i vrste hljeba, od svijetle, nježnožučkaste, preko zlatno-rumene do tamne. Režimi pečenja, temperatura, trajanje i relativna vlaga u prvoj fazi pečenja, moraju biti usklađeni sa vrstom, oblikom i masom hljeba. Neadekvatan način pečenja će se prvenstveno odraziti na boju kore. Nedovoljno pečeni proizvodi će imati blijedu i svijetlu boju kore. Međutim, previše blijeda boja kore može nastati i kod prefermentisanog tijesta/hljeba ili nedovoljne količine soli. S druge strane, prepečeni proizvodi će biti pretamni, čak i sa prisutnim dijelovima nagorjelosti.

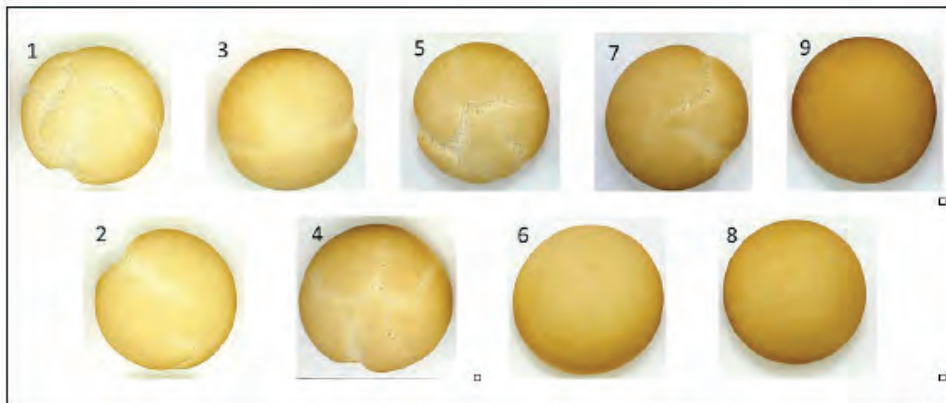
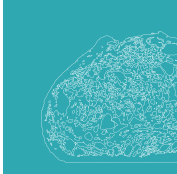
Boja se najčešće opisuje kao svojstvena, kada je u skladu sa očekivanim tonom, zavisno od toga da li se radi o bijelom pšeničnom hljebu ili hljebu proizvedenom od brašna većeg stepena izmeljavanja, odnosno tipa. Nadalje, boja kore i sredine hljeba sa dodatkom brašna drugih žita ili pseudožita će biti očekivano izmijenjena. Tako naprimjer, hljeb sa dodatkom kukuruznog brašna poprimiti će žutu nijansu, dok dodatak raževog brašna doprinosi sivoj nijansi.

Vrsta i količina ostalih sastojaka (šećer, med, mlijeko u prahu i dr.) uticati će na boju kore. Ovo se posebno odnosi na sastojke koji sadrže šećer i proteine koji u toku termičkog tretmana učestvuju u formiranju boje kroz procese karamelizacije i *Mallard*-ove reakcije posmeđenja.

Kod ocjenjivanja boje industrijskih hljebova treba voditi računa da neki hljebovi, proizvedeni od bijelog brašna, mogu sadržavati određenu količinu ječmenog slada koji daje tamniju boju kore i sredine sa ujednačenim smeđim tonom sredine. Dodavanje ječmenog slada se mora navesti na deklaraciji proizvoda. Pored toga, kod hljebova koji su dobijeni od brašna većeg stepena izbrašnjavanja ili im je dodato integralno brašno drugih žita ili pseudožita, moguće je uočiti tamne tačke koje potiču od ovojnice. Gotovo crne tačke koje potiču od ovojnice heljde su uobičajene kod heljedinog hljeba ili miješanog heljedinog hljeba. Tako je boja uzoraka u percepciji ocjenjivača najdominantnije senzorno svojstvo koje se može koristiti za razlikovanje lažnog hljeba od cjelovitog brašna.

Boja se posmatra pod prirodnim ili vještačkim jakim osvjetljenjem na bijeloj podlozi. Ocjene od 1 do 9 se dodjeljuju za zapečenost, pri čemu se ocjena 9 daje za izraženu, svojstvenu smeđu boju, a niže ocjene za odgovarajuće slabije nijanse. Boja se može ocjenjivati i skalom od 1 do 5, usklađeno sa primjerima na slici 4.1.

Slika daje orijentaciju za ocjenjivanje boje uzoraka. Kada se radi o probnom pečenju u testovima tokom nekoliko dana, kontrolni uzorak može poslužiti kao orijentacija za klasifikaciju.



Slika 4.1. Primjeri za ocjenjivanje boje kore pšeničnog hljeba ocjenama od 1 do 9⁶

Prilikom ocjenjivanja boje kore potrebno je obratiti pažnju na sjaj. Ovaj parametar kvaliteta zavisi od vrste hljeba, sastojaka i načina proizvodnje, kao i od intenziteta doziranja pare, odnosno od relativne vlage u prvoj fazi pečenja. Orijentiri za ocjenjivanje sjaja dati su na slici 4.2. Oni se mogu uklopiti, prema dogovoru ocjenjivača, u intervale od 1 do 5, ili od 1 do 15, zavisno od broja i vrste uzoraka, u rasponu od mat do sjajne površine.



Slika 4.2. Prikaz površina hljeba različitih po sjaju – od mat (krajnje lijevo) do potpuno sjajne (krajnje desno)⁷

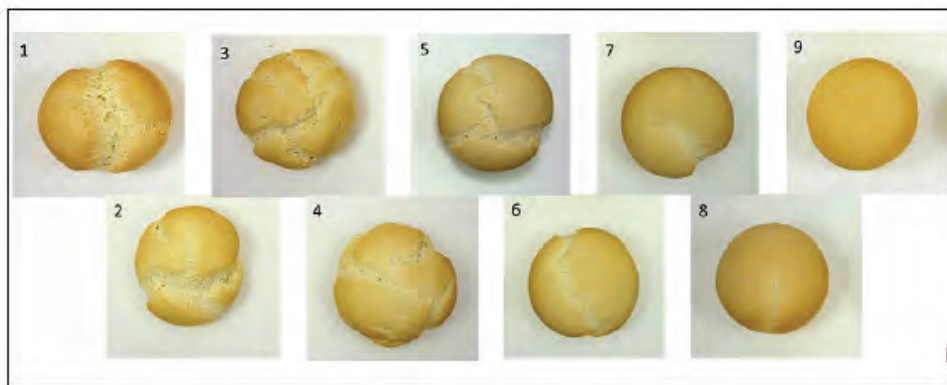
Kod ocjenjivanja izgleda površine kore potrebno je uzeti u obzir vrstu hljeba. Neki hljebovi su prirodno glatke i sjajne površine, dok se druge vrste očituju grubljom i mat površinom kore bez sjaja.

4.2. Vizuelni pregled površine

Pri ocjeni kvaliteta površine hljeba ocjenjuju se glatkoća površine, odnosno, hrapavost i pojava pukotina i mjehura. Izgled pukotina na površini hljeba se ocjenjuje ocjenama od 1 do 9 (Slika 4.3).

6 Österle, 2019

7 SENSORY ANALYSIS HANDBOOK 2018


 Slika 4.3. Primjer ocjenjivanja površine kore uzoraka hljeba ocjenama od 1 do 9⁹

Površinske pukotine nastaju zbog stvaranja pokorice tokom fermentacije, ukoliko je relativna vlaga u fermentacionoj komori suviše niska, te dolazi do intenzivnijeg isparavanja vode sa površine tijesta i isušivanja. Na ovaj način se stvara čvrsti sloj isušenog tijesta na površini koji ometa ujednačeno narastanje, što dovodi do pucanja pokorice i izlijevanja fermentiranog tijesta preko površine.

 Tabela 4.1. Klasifikacija površinskog pucanja uzoraka hljeba sa ocjenama od 1 do 9⁹

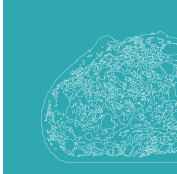
Ocjene	Izgled pukotina
1	Jaka pukotina koju karakterizira vrlo velika površina u brazdi pukotine; Cijeli uzorak izgleda kao da će se raspasti
2	Jaka pukotina koju karakterizira vrlo velika površina u brazdi pukotine.
3	Vrlo jako izbrazdana površina s mnogo pukotina
4	Izbrazdana površina s višestrukim pukotinama
5	Pukotina s grananjem
6	Pukotina koja se proteže preko više od polovice ili cijelog uzorka.
7	Pukotina s jasnom brazdom čija dužina odgovara najviše polovini promjera.
8	Glatka površina sa znakovima pucanja, ali još nema jasne linije pukotine.
9	Potpuno glatka površina

Prikazane ocjene u primjerima na slici 4.3. i tabeli 4.1. mogu se prilagoditi ocjenjivačkoj skali od 1 do 5.

Površinsko pucanje, kao što je opisano ocjenama 1 i 2, najvjerojatnije je posljedica

8 Österle, 2019

9 Österle, 2019



prekomjernog miješenja tijesta.

Dok se jako izbrazdane površine s mnogo pukotina češće javljaju kod brašna s vrlo malo glutena, glatka, neizbrazdana površina je češća kod brašna s visokim udjelom glutena sa izraženom rastegljivošću.

Ljuštenje kore hljeba, također, predstavlja vidljiv nedostatak površine i može se povezati s mehaničkim oštećenjima uslijed intenzivnih termomehaničkih promjena tokom hlađenja, odnosno smrzavanja i konačnog pečenja.

Promjene na površini hljeba mogu nastati i nakon pečenja, te ukoliko je izostavljeno korektno hlađenje hljeba. Mehanička nepravilna oštećenja kore nastaju usljed neadekvatnog rukovanja sa tek pečenim proizvodom. Nadalje, najčešća pojava usljed neadekvatnog hlađenja je pojava ispucalosti (namreškanost kore) koja nastaje usljed strujanja vazduha preko površine tek ispečenog hljeba.



Slika 4.4. Primjer ispucalosti kore hljeba usljed neadekvatnog hlađenja¹⁰

Defekti hljeba, uzrokovani njegovim nepravilnim hlađenjem, imaju za posljedicu umanjene ukupnog kvaliteta proizvoda, što se odražava i na finalnu senzornu ocjenu.

4.3. Pregled sredine hljeba

Struktura sredine hljeba određena je atributima kao što su broj i veličina pora, te homogenost raspodjele pora, odnosno poroznost. Veličina ili struktura pora sredine hljeba u visokoj je korelaciji sa sadržajem glutena u brašnu i režimima fermentacije, i ima visok uticaj na svojstva teksture. Veličina i raspodjela pora utiču na senzorni doživljaj sredine tokom dodira ili u ustima, odnosno, u određenoj mjeri utiču na njenu topivost. Tako finije pore, tankih zidova, ujednačene veličine, daju mekšu i elastičniju teksturu u uporedbi sa grubim zatvorenim porama debelih zidova.

Na osnovu testa prihvatanja potrošača, uočeno je da struktura sredine čini približno 20% procjene o kvalitetu hljeba. Smatra se da je vizuelno-taktilna percepcija teksture hljeba odlučujući kriterij prihvatljivosti za potrošače.

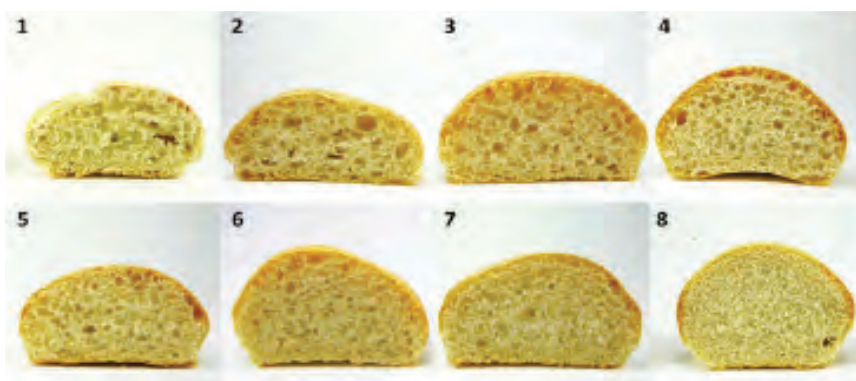
10 <https://www.thefreshloaf.com/node/57363/trouble-crust-cracking-during-cooling> (pristup maj 2024)

Poroznost

Poroznost sredine hljeba u prvom redu zavisi od načina i trajanja zamjesa. Duži zamjes sa premjesivanjem će dati porozniju sredinu hljeba sa finim i ujednačenim porama. Na ujednačenost uzorka pora utiču i mehanički uticaji pri obradi tijesta (miješenje, oblikovanje) i specifičan sastav brašna. Vrlo kratko vrijeme gnječenja, kao i neadekvatna svojstva glutena mogu se povezati sa zbijenom sredinom hljeba.

Ukoliko je skrob oštećen pod uticajem amilolitičkih enzima (nizak broj padanja FN), posljedice će biti vidljive na izgledu pora koje će biti neujednačene i velike, što govori o nekontrolisanoj fermentaciji. Nizak sadržaj glutena, također, doprinosi neujednačenoj poroznosti ili suviše sitnim porama praćenim niskim volumenom hljeba.

Klasifikacija poroznosti određuje se na okomitom presjeku uzorka hljeba prema *Dallmann*-u. Veličina pora se ocjenjuje od 1 do 8, pri čemu se najniže ocjene odnose na mali broj većih pora, dok se većim ocjenama ocjenjuju veoma male i fino raspoređene pore (Slika 4.5).



Slika 4.5. Klasifikacija veličine pora s ocjenama od 1 do 8 po *Dallmann*-u¹¹

Elastičnost

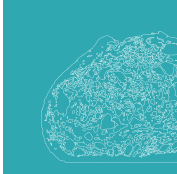
Elastičnost se ispituje pritiskom palca na sredinu hljeba na poprečnom presjeku i služi za opisivanje ponašanja sredine kao rezultat pritiska (Tabela 4.2). Prilikom ovog pregleda palac treba postaviti na način da između površine koja se pritišće i kore još uvijek ostane razmak od oko 1 cm. Sam test se odvija kratkim, konstantnim pritiskom s dva ponavljanja. Posmatra se sposobnost vraćanja površine u prvobitni položaj. Visok nivo elastičnosti dobija se kada se sredina potpuno vrati u prvobitni položaj nakon djelovanja pritiska i ne ostaju tragovi otiska prsta. Ako je elastičnost manja, prilikom pritiska sredina može popucati ili ostaviti trajni otisak prsta (Slika 4.6).



Slika 4.6. Primjeri smanjenja elastičnosti sredine s ocjenama od 8 do 5¹²

11 Österle, 2019

12 Österle, 2019



Način bodovanja elastičnosti hljeba prikazan je u tabeli 4.2.

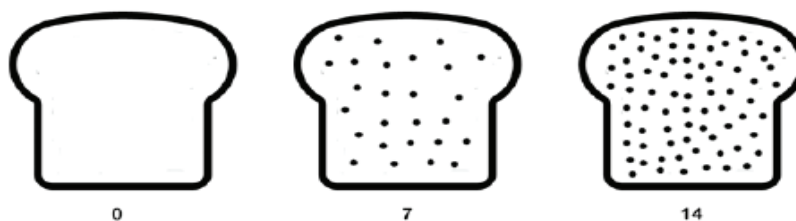
Tabela 4.2. Ocjenjivanje elastičnosti sredine kao rezultat testa pritiskom palcem¹³

Ocjena	Opis ponašanja sredine hljeba nakon djelovanja pritiska palcem
9	Sredina lagano popušta, vraća se potpuno, ostaje netaknuta
8	Sredina se vraća se u potpunosti, uz lagano deformisanje
7	Sredina se vraća se u potpunosti, uz jače deformisanje
6	Sredina se vraća djelimično
5	Sredina se deformiše, ne vraća se u potpunosti
4	Sredina se potpuno deformiše i otisak prsta ostaje u potpunosti

Iako je vrlo dobru i vrlo lošu elastičnost relativno jednostavno identificirati, između ta dva slučaja postoji prilično različitih varijeteta. Nije uvijek moguće jasno klasificirati elastičnost pomoću "testa pritiskom prsta". Ovisno o veličini i obliku uzorka varira i širenje sredine na prerezanoj površini. Ako postoji samo mala razlika udaljenosti između dodira palca i kore hljeba, to može otežati provođenje testa elastičnosti i komparaciju ocjena. Ovo ispitivanje elastičnosti je stoga prikladno za identifikaciju specifičnih karakteristika i na određenim vrstama hljeba.

Udio dodataka

Kod nekih vrsta hljeba potrebno je ocijeniti količinu dodataka kao što su sjemenke, dijelovi žita, žitne pahuljice ili komadići povrća ili maslina. Također, ocjenjuje se i da li su ti dodaci ravnomjerno raspoređeni na presjeku hljeba. Na osnovu primjera sa slike 4.7. određuju se ocjene u izabranim intervalima za količinu dodataka. Na slici 4.8. prikazani su primjeri za ocjenjivanje distribucije dodataka.



Slika 4.7. Prikaz za procjenu količine dodataka u hljeb¹⁴

13 Österle, 2019

14 SENSORY ANALYSIS HANDBOOK 2018


 Slika 4.8. Prikaz za procjenu distribucije dodatka na presjeku hljeba¹⁵

Vrijednosni broj sredine (VBS) hljeba

Pored prikazanih metoda ocjenjivanja izgleda sredine hljeba, koristi se i metoda bodovanja elastičnosti i finoće pora. Sabiranjem bodova izražava se vrijednosni broj sredine (VBS).

Elastičnost sredine ispituje se kao i kod prethodne metode utiskivanjem prsta u površinu presjeka, uz praćenje sposobnosti sredine da se nakon prestanka pritiska lagano vrati. Elastičnost se ocjenjuje ocjenama od 0 – loša do 4.5 – odlična (Tabela 4.3).

Finoća strukture zidova pora ocjenjuje se opisno na osnovu procjenjivanja debljine zidova pora i na osnovu utiska nakon prevlačenja jagodica prstiju preko površine poprečnog presjeka. Finoća strukture pora se ocjenjuje ocjenama od 0 – gruba do 2.5 – spužvasta (Tabela 4.3). Maksimalna ocjena VBS hljeba iznosi 7.0.

Tabela 4.3. Bodovanje vrijednosti sredine hljeba (Kaluški i Filipović, 1998)

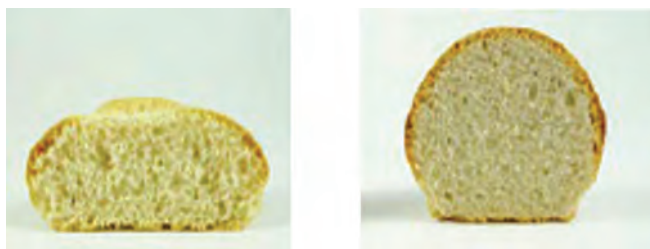
Elastičnost		Finoća strukture pora	
Ocjena	Broj bodova	Ocjena	Broj bodova
Odlična	4,5	Spužvasta	2,5
Vrlo dobra	4,0	Fina	2,0
Dobra	3,0	Skoro fina	1,2
Zadovoljavajuća	2,0	Malo gruba	1,0
Nezadovoljavajuća	1,0	Gruba	0,5
Loša	0,0	Izrazito gruba	0,0

Kada se radi o izboru metoda za vizuelno ocjenjivanje sredine hljeba, vodi se računa o specifičnosti uzorka kao i o vrsti hljeba. Ovdje svakako treba uzeti u obzir namjenu ocjenjivanja, te da li se radi o uzorku iz probnog pečenja ili o komercijalnom hljebu.

4.4. Oblik – vizuelni utisak o vanjskoj geometrijskoj formi proizvoda

Kod ocjenjivanja ove osobine hljeba uzima se u obzir pregled forme, odnosno, da li je hljeb suviše pogačast ili loptastog oblika (Slika 4.9). Ova osobina ima veliki značaj kada se radi o ocjenjivanju slobodno pečenog hljeba, gdje na oblik hljeba značajno utiču količina i kvalitet glutena. Kod hljeba pečenog u kalupu oblik je diktiran oblikom kalupa.

Parametre kvaliteta kod kalupskog hljeba u najvećoj mjeri predstavljaju visina i izgled površine poprečnog presjeka hljeba.



Slika 4.9. Izgled presjeka uzoraka slobodno pečenog hljeba: a) pogačast (visina/širina = 0.5); b) loptast (visina/širina = 1)¹⁶

Deformacije oblika, koje nastaju neadekvatnim rukovanjem ili skladištenjem, imaju odraz na snižavanje ocjene oblika. Proizvodima koji su spljošteni u većoj ili manjoj mjeri, deformisani i nagnječeni dodjeljuje se adekvatno niža ocjena. Ocjene za oblik mogu se preuzeti iz metode ocjenjivanja generalnog senzornog kvaliteta hljeba bodovanjem ponderisanim bodovima (Tabela 4.3).

Tabela 4.3. Primjer načina ocjenjivanja oblika hljeba vizuelnim pregledom (Kaluderski i Filipović, 1998)

Ocjena	Osobina
5	Oblik pravilan,
4	Oblik djelomično nepravilan, malo spljošten ili loptast
3	Oblik djelomično nepravilan, neznatno spljošten, malo deformisan
2	Oblik nepravilan, spljošten, malo nagnječen
1	Oblik nepravilan, vrlo spljošten, znatno deformisan, nagnječen

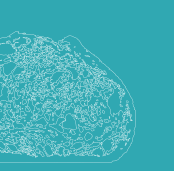
Način predstavljanja rezultata vizuelnog pregleda

Rezultati dobijeni vizuelnim pregledom mogu se predstavljati u tabelama, označeni brojevima, i opisno. Kada se radi o brojčanim vrijednostima, poželjno ih je predstaviti grafički. Radi lakše orijentacije i boljeg uvida u kvalitet, pogodno je uz tabele ili grafikone prikazati i slike uzoraka.

Nedostaci metode vizuelnog pregleda

Vizuelni pregled hljeba spada u senzornu ocjenu hljeba i daje veoma važne informacije o generalnom kvalitetu proizvoda, naročito u proizvodnji. Međutim, ova metoda je subjektivna i za ocjenu je potrebno angažovati eksperte koji imaju iskustva u ocjenjivanju ili u proizvodnji. Nadalje, ocjene pojedinih parametara kvaliteta su teško uporedive sa ocjenama analiza drugih uzoraka hljeba.

Prilikom naučnih istraživanja ovi parametri kvaliteta se radije predstavljaju kao rezultati instrumentalnih analiza, kao što su kolorimetrijsko ispitivanje boje, teksturometar za ispitivanje strukture sredine i elastičnosti hljeba, te tehnika analize slike (*Image analysis* - IA) za ispitivanje veličine i rasporeda pora na poprečnom presjeku hljeba.



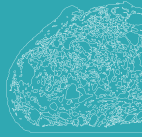
Rezultati instrumentalnih analiza su lako uporedivi i daju precizne i ponovljive rezultate. Mogu se predstavljati samostalno ili praćeni rezultatima subjektivne vizuelne ocjene.

Analogne metode instrumentalnog i senzornog ocjenjivanja pojedinih vizuelnih karakteristika hljeba prikazane su u tabeli 4.4.

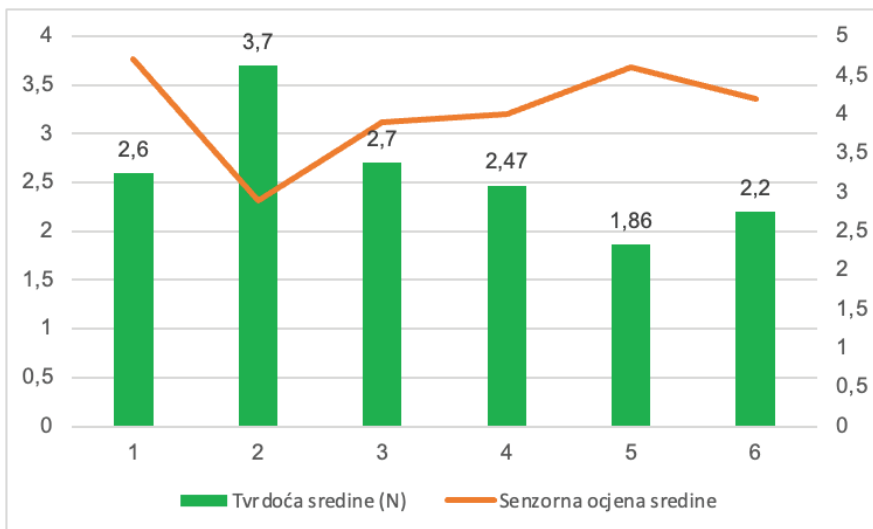


Tabela 4.4. Senzorna i instrumentalna analiza pojedinih karakteristika hljeba

Kvalitetne karakteristike hljeba	Deskriptivna senzorna analiza	Instrumentalna analiza	Mjerna jedinica
Izgled	Vizuelna procjena volumena	Metod zamjene sjemena i vaganje	cm ³ /g
	Oblik hljeba (pogačast, povoljan, loptast)	Mjerenje visine i širine pomoću pomičnog mjerila (visina/širina)	-
	Procjena boje (presvijetla do pretamna)	Kolorimeter	Vrijednosti: L*, a*, b*, C* i h,
Izgled kore	Ispucalost kore	Ocjenjivanje ispucalosti ¹	g/100g
	Debljina kore	Pomično mjerilo	mm
		Udio kore u hljebu (težinski ili zapreminski)	
	Procjena tvrdoće palpatorno	Teksturometar	N
	Izgled sredine	Vizuelna procjena broja i distribucije pora, ujednačenosti po veličini i procjena debljine zidova pora	Analize slike (<i>Image analysis</i> - IA)
Procjena teksture palpatorno		Teksturometar	N
Procjena vlažnosti palpatorno		Sadržaj vlage sušenjem	%



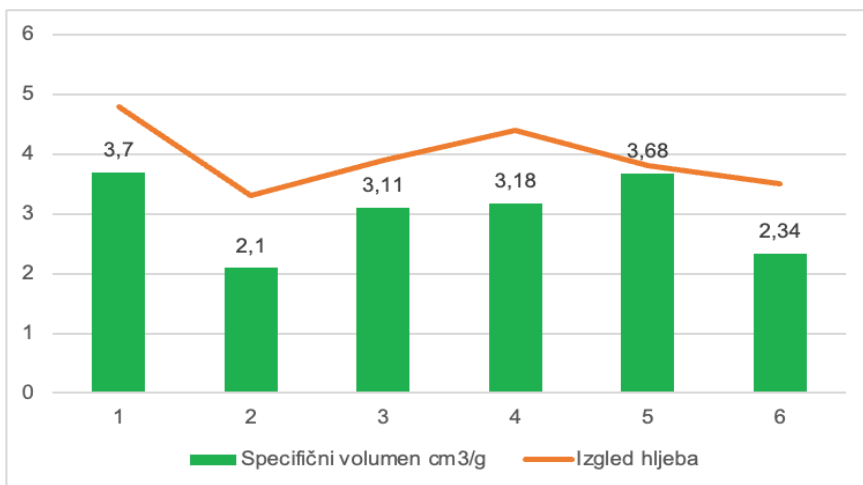
Povezanost rezultata instrumentalnog mjerenja teksture uzoraka hljeba i senzorne ocjene za izgled sredine može se vidjeti na primjeru 6 vrsta hljeba gdje sa povećanjem tvrdoće opada senzorna ocjena sredine (Grafikon 4.1).



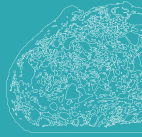
Grafikon 4.1. Tvrdoća sredine uzoraka hljeba (N) i senzorna ocjena sredine (Vlastiti izvor)

Uočava se da je senzorna prihvatljivost sredine hljeba manja ukoliko je tvrdoća mjerena na teksturuometru veća. Ovo je naročito izraženo kod starenja hljeba. Ove dvije osobine su u vrlo visokoj negativnoj korelaciji ($r = -0,86$).

Primjer pozitivne korelacije može se uočiti kod istih uzoraka na senzornom svojstvu izgled hljeba u odnosu na specifični volumen. Što je veći volumen i specifični volumen ocjenjivači dodjeljuju veće ocjene za vanjski izgled hljeba (Grafikon 4.2). U predstavljenom primjeru korelacija između posmatranih parametara je visoka ($r = 0,77$).



Grafikon 4.2. Specifični volumen cm³/g i senzorna ocjena vanjskog izgleda hljeba (Vlastiti izvor)



5. TEST RAZLIKE – TEST TROKUTA (AACC METODA)

Postoji više različitih testova za ispitivanje razlika između uzoraka. Ovdje će biti predstavljen test trougla kao jedna od najjednostavnijih, ali pouzdanih metoda za utvrđivanje razlika između uzoraka hljeba.

Test trougla je metoda za procjenu razlika između dva uzorka i pogodna je za pekarske proizvode. Izvodi se jednostavno sa većim brojem ocjenjivača.

Razlika se može ogledati generalno u određenom atributu, kao što su izgled, boja, tekstura, okus, miris itd. Ovo ispitivanje se provodi da bi se utvrdile razlike koje mogu biti posljedica promjene sastojaka, obrade, pakovanja ili skladištenja. Uzorci bi trebali biti različiti u pogledu samo jedne karakteristike, dok su ostala svojstva identična, a uzrok razlika nije poznat. Od ocjenjivača se traži da odrede koja su dva od tri uzorka ista.

Nivo statističke značajnosti neće ukazivati niti na veličinu niti na smjer detektirane razlike. Ovaj se test, također, može koristiti za obuku i odabir ocjenjivača i praćenje njihove izvedbe.

Broj potrebnih ocjenjivača ovisi o nivou osjetljivosti testa. Dok veći broj ocjenjivača povećava vjerovatnost otkrivanja razlika, najčešće se koristi grupa ocjenjivača od 20 do 40 članova. Prilikom izvođenja ove metode treba izbjegavati ponavljanje ocjenjivanja od strane istog ocjenjivača.

Uzorci se moraju dostaviti na temperaturi na kojoj se inače konzumiraju, ujednačene veličine i dovoljne količine kako bi ih ocjenjivači mogli u slučaju potrebe ponovo ispitati. Ako boja nije svojstvo koje se ispituje, razlike u boji trebaju biti maskirane pod obojenim svjetlima. Uzorci trebaju biti šifrirani nasumičnim troznamenkastim brojevima. Primjer prezentacije uzoraka A i B prikazan je u prilogu 4.

Ocjenjivači bi trebali probati sva tri uzorka i identificirati različit uzorak na pripremljenom listu za bodovanje bez obzira na to da li mogu otkriti razliku. Nakon korektno provedenog testa prebroje se tačni odgovori i u tabeli (Prilog 5) se utvrđuje postojanje statistički značajne razlike između uzoraka.

Prednosti metode trougla su jednostavnost i pouzdana procjena razlike, što je naročito važno u industriji prilikom promjene recepture ili kreiranja novog proizvoda. Primjer korištenja ove metode je ocjena razlika u slanosti kod promjene sadržaja soli u recepturi. Ukoliko se u slučaju smanjenja sadržaja soli u hljebu razlika ne pokaže statistički značajnom, taj bi podatak mogao poslužiti za kasniju odluku o ukupnoj redukciji soli u hljebu.

Primjer obračuna i predstavljanja

Za tačnost i pouzdanost rezultata ove metode potrebno je osigurati korektno prezentovanje i označavanje uzoraka. Na osnovu prebrojanih tačnih odgovora u tabeli

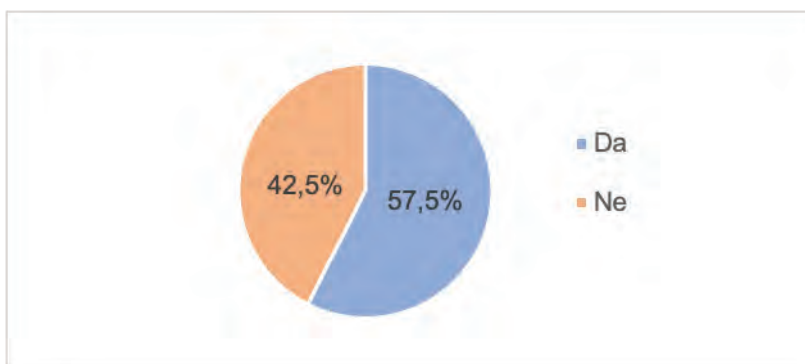
se utvrđuje postojanje statistički značajne razlike. Naprimjer, ukoliko je broj ocjenjivača 40, a broj tačnih odgovora 23, iz tabele (Prilog 5) se utvrđuje da postoji statistički značajna razlika na nivou vjerovatnoće $p=0,01$ ($23>21$) (Slika 5.1).

Broj procjena	Nivo vjerovatnoće -p	
	0,05	0,01
31	16	18
32	16	18
33	17	18
34	17	19
35	17	19
36	18	20
37	18	20
38	19	21
39	19	21
40	19	21
41	20	22
42	20	22

Između uzoraka postoji statistički značajna razlika na nivou značajnosti $p=0,01$.

Slika 5.1. Prikaz očitavanja statističke značajnosti razlika ispitivanih pomoću testa trougla

Način prikazivanja rezultata, zapravo, predstavlja samo konstataciju da li se uzorci razlikuju. Za jasnije predstavljanje ili u svrhu obuke, ukoliko je potrebno, može se naprimjer prikazati broj tačnih i netačnih odgovora u procentima. Rezultati u % iz primjera prikazani su na grafikonu 5.1.

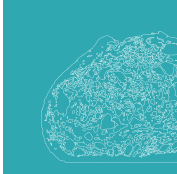


Grafikon 5.1 Prikaz tačnih i netačnih odgovora (%) iz testa trougla (Vlastiti izvor)

Nedostaci metode

Iako je naizgled ova senzorna metoda jednostavna, za njeno korektno provođenje potrebno je osigurati dovoljan broj ocjenjivača, a kod prezentovanja uzoraka mora se voditi računa o pripremi i adekvatnom označavanju.

Nadalje, ova metoda daje praktično samo jednu informaciju i ne predstavlja kvalitet uzorka pekarskog proizvoda u cjelini. Primjena ove metode u industriji može imati velikog značaja, naročito zbog pouzdanosti. Međutim, za obimnija stručna i naučna istraživanja ne daje dovoljan broj podataka.



6. METODE SENZORNE ANALIZE PREMA SISTEMU PONDERISANIH BODOVA

Metoda prema sistemu bodovanja se koristi kad je potrebno dobiti cjelovitu senzornu ocjenu nekog proizvoda. Određene osobine nekog proizvoda ocjenjuju se brojčanim ocjenama i pri tom svaka osobina, odnosno, element kvaliteta ima određeni koeficijent važnosti. Ocjena pomnožena koeficijentom važnosti daje broj bodova za dati element kvaliteta. Za ovaj način ocjenjivanja postoje sheme sa različitim brojem bodova, a optimalnim brojem se smatra shema sa rasponom od 20 do 50.

Pri primjeni ove metode najvažnije je pravilno procijeniti vrijednost koeficijenta važnosti za pojedine elemente kvaliteta unutar sheme, tako da oni budu proporcionalni njegovom značaju u odnosu na cjelokupni utisak o kvalitetu proizvoda koji se ocjenjuje. Uloga koeficijenta važnosti u shemi senzornog ocjenjivanja je da se izbjegne interferencija bodova.

6.1. Senzorna ocjena hljeba bodovanjem

Ovo je kod nas najčešća metoda za senzorno ocjenjivanje kvaliteta hljeba i često se koristi u pogonima za proizvodnju pekarskih proizvoda. Jedna je od najstarijih pa je tako detaljno opisana u pravilnicima za određivanje kvaliteta hljeba još od 1983. godine. Od tada se često koristi, ne samo zbog jednostavnosti, nego i zbog sveobuhvatnosti, odnosno, većeg broja senzornih, vizuelnih i fizičkih parametara koje uzima u obzir.

Prema ovoj metodi ocjenjuju se volumen i senzorne osobine osnovnih vrsta pšeničnog hljeba vekne (Slika 6.1) i na osnovu značaja u ukupnom kvalitetu hljeba, ocjene za pojedine osobine se množe sa koeficijentima važnosti (KV). Ocjenjivanje obavlja panel od 3 do 5 ocjenjivača/eksperata koji su detaljno upoznati sa procesima tehnologije proizvodnje hljeba i elementima koji određuju fizičko-senzorni kvalitet hljeba.



Slika 6.1. Izgled pšeničnog industrijskog hljeba oblika vekne bez oznaka¹⁸

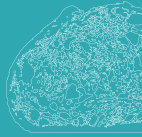
Metoda ocjenjivanja je jednostavna i provodi se u industriji, ali i na sajmovima, u prometu i u različitim istraživanjima.

Prije ocjenjivanja potrebno je dati detaljan opis uzorka koji se ocjenjuje, vrijeme ocjenjivanja i generalne informacije o uzorku. To je najbolje predstaviti u tabeli, koja će biti sastavni dio dokumenta vezanog za ispitivanje ukupnog kvaliteta uzorka hljeba. Svi ocjenjivači bi trebali biti upoznati sa pratećom tabelom, odnosno opisom uzorka.

Tabela 6.1. Primjer tabele sa opštim karakteristikama uzorka hljeba

Karakteristika	Opis	Napomena
Vrsta hljeba		
Proizvođač		
Trgovački naziv hljeba		
Period od momenta izlaska iz peći do ocjenjivanja (sati)		
Masa – deklarirana i stvarna (g)		
Način proizvodnje – direktni/indirektni		
Način pečenja – slobodno pečen/kalupski		
Oblik – vekna/okrugli		

¹⁸ <https://domaceubih.ba/2021/12/10/hljeb-i-pecivo-iz-sprind-a/>



Karakteristika	Opis	Napomena
Izgled dna – ravan/konkavan		
Zaprjanost dna		
Oznake na hljebu		
Pozicija šava vekne		

Na osnovu podataka iz tabele ocjenjivači mogu steći uvid u mogući kvalitet hljeba koji ocjenjuju. U dokumentaciji za ocjenjivanje hljeba, uz tabele opisa uzorka i ocjene hljeba, navodi se datum, vrijeme i mjesto ocjenjivanja, kao i voditelj koji vodi proceduru.



Slika 6.2. Izgled donje strane hljeba – dno blago konkavno i sa pozicijom šava na dnu (Vlastiti izvor)

Kvalitet osnovnih vrsta pšeničnog hljeba određuje se sistemom ponderisanih bodova. Za svako svojstvo kvaliteta daje se ocjena od 1 do 5. Množenjem pojedinačne ocjene sa KV za svako svojstvo kvaliteta dobija se ocjena za pojedinu ispitivanu osobinu. Zbir ovih ocjena predstavlja ocjenu za ukupni senzorni kvalitet hljeba (SK).

$$\text{Ukupni senzorni kvalitet (SK)} = \sum(\text{Po} \times \text{KV})$$

Gdje je:

Po – pojedinačna ocjena za ispitivano svojstvo

KV – odgovarajući koeficijent važnosti

Korištenje ponderisanih bodova odražava realnu sliku kvaliteta, budući da su u ukupnom kvalitetu hljeba neka svojstva značajnija. Npr. hljeb može izgledati odlično i imati visok volumen, a da pritom bude preslan ili nedovoljno slan. Takav hljeb se ne bi trebao stavljati u promet. Okus i izgled sredine hljeba se smatraju presudnim u ocjenjivanju

generalnog kvaliteta hljeba, pa tako i ove osobine imaju najveći KV – 5. Izgled sredine hljeba je pokazatelj adekvatnog procesa homogenizacije i razvoja tijesta tokom zamjesa. Uspješno vođen zamjes tijesta se najbolje uočava na izgledu presjeka hljeba. Međutim, i režimi fermentacije podjednako utiču na izgled sredine, kao i drugi elementi – stanje skrobnih granula, enzimska aktivnost, te vrsta i tip brašna. Izgled i osobine sredine su usko povezane sa volumenom hljeba. Zbir koeficijenata važnosti je 20.

Tabela 6.2. Izgled ocjenjivačkog listića za senzorno ispitivanje kvaliteta hljeba bodovanjem

Osobina	Ocjena (1-5) A	Koeficijent važnosti		Ukupno bodova A X B
		Brojčana vrijednost B	% kvaliteta	
Volumen hljeba		4	20	
Vanjski izgled		3	15	
Izgled sredine		5	25	
Miris kore i sredine hljeba		3	15	
Okus kore i sredine hljeba		5	25	

6.1.1. Postupak ocjenjivanja

Nakon odgovarajuće pripreme prostora za ocjenjivanje, šifriranja i pripreme uzoraka, te upoznavanja ocjenjivača sa opštim karakteristikama uzoraka hljeba, pristupa se ocjenjivanju. Zahtjevi potrebni za ocjenjivanje pojedinih osobina dati su u prilogu 6.

Ocjenjivanje volumena hljeba

Brojčane vrijednosti volumena utvrđuju se mjerenjem obima po dužini i širini proizvoda centimetarskom trakom (Slike 6.3. a i b).



Slika 6.3. Način mjerenja obima hljeba po dužini (a) i po širini (b) pomoću centimetarske trake (Vlastiti izvor)

Dobivene vrijednosti množe se i daju broj koji predstavlja podatak za ocjenu volumena iz tabele. Ocjene za brojčane vrijednosti volumena hljeba, dobivenog od pojedinog tipa brašna i određene mase, prikazane su u prilogu 7.

$$\text{Volumen} = \text{Od} \times \text{Oš}$$

Gdje je:

Od – Obim hljeba po dužini (cm)

Oš – Obim hljeba po širini (cm)

Dobijeni rezultat se poredi sa tabelom (Prilog 7), uzimajući u obzir vrstu hljeba (bijeli, polubijeli i crni) i masu (0.500; 0.750; 0.800; 1 i 2 kg) i očita se odgovarajući broj bodova. Naprimjer, (Slika 6.4) ukoliko proizvod obima dužine i obima širine bijelog hljeba mase 0.500 kg iznosi 2590, iz tabele se očitava ocjena 5 za svojstvo volumena.

	a) masa od 0,5 kg	a) masa od 0,750 kg
5 – ODLIČAN	više od 2310	više od 2111
4 – VRLO DOBAR	od 2181 do 2310	od 1981 do 2110
3 – DOBAR	od 2051 do 2180	od 1851 do 1980
2 – ZADOVOLJAVA	od 1911 do 2050	od 1721 do 1850
1 – NE ZADOVOLJAVA	manje od 1911	manje od 1721

Za volumen izražen brojčano kao proizvod obima po dužini i obima po širini bijelog hljeba od 2590 dodjeljuje se ocjena 5.

Slika 6.4. Način očitavanja ocjene za volumen iz tabele

Tabela 6.3. Postupak ocjenjivanja vizuelnih i senzornih osobina hljeba metodom bodovanja

Osobina	Postupak
Vanjski izgled	Prilikom ocjenjivanja vanjskog izgleda posmatraju se oblik hljeba, boja, ujednačenost boje, sjaj kore i pojava mjehurića i pukotina. Ocjenjivač procjenjuje koji opis dat za pojedine ocjene najviše odgovara hljebu koji se ispituje.
Izgled sredine	Hljev se pažljivo presječe nožem za hljev. Uz izvor svjetla posmatra se boja i ujednačenost boje sredine, a potom povezanost kore i sredine. Prstima se prelazi preko površine presjeka i procjenjuje sa da li je sredina vlažna ili ljepljiva, te da li ima grudvica soli i brašna. Na izgled sredine utiču mnogi faktori kao što su sastav i karakteristike sirovina, dodani aditivi, proces fermentacije i pečenje. Poželjno je da sredina bude porozna sa ujednačenim rasporedom pora, da nije gnjecava, da nema grudvica soli i brašna. Elastičnost je svojstvo usko povezano sa strukturom sredine i fizički parametar koji se mjeri i izražava brojčano, a koristi se prilikom opisa i senzorne ocjene sredine. Utvrđuje se tako što se izmjeri visina presjeka hljeba, a zatim se hljev pritisne dlanom u trajanju 5 sekundi. Nakon relaksacije od 10 sekundi ponovo se izmjeri visina hljeba. Razlika visine se označava kao ΔH .
Miris kore i sredine	Ocjenjuje se posebno miris kore, a posebno miris sredine. Ako se radi o kalupskom hljebu, odvojeno se ocjenjuje miris kore u kalupu i van njega. Svojstvenim mirisom označava se miris koji u potpunosti odgovara specifičnim osobinama proizvoda, a da pri tome ne postoji nikakvo odstupanje. Miris specijalnih vrsta hljeba zavisi od korištenih dodataka, tako da svojstveni miris može jako da odstupa od mirisa standardnog hljeba, a da ipak ne bude stran.
Okus kore i sredine	Okus se utvrđuje žvakanjem. Posebno se ocjenjuje okus kore, zatim okus sredine i na kraju okus kore i sredine zajedno. Osim okusa, na ocjenu utiče i topivost kore i sredine. Svojstvenim okusom označava se okus koji u potpunosti pokazuje specifične osobine svježeg proizvoda odgovarajuće vrste. Malo sladunjav okus pšeničnog brašna smatra se svojstvenim. Sladak okus nastaje kao posljedica razgradnje skroba. Gorak okus i naznake užglosti kod pekarskih proizvoda najčešće nastaju kao posljedica oksidativnih promjena masti ili nečistih kalupa. Kiseo okus javlja se zbog nastanka organskih kiselina. Pretjerano slan okus može da se javi u pekarskim proizvodima ako je dodata veća količina kuhinjske soli. Ovaj okus se ne smatra stranim, dok su za ocjenjivanje okusa kao senzornog svojstva za ovakve proizvode predviđene niže ocjene. S druge strane, usljed nedovoljne količine ili nedostatka soli javlja se bljutav okus, ali se zbog toga ne smatra stranim. Osim okusa, istovremeno se registruju topivost kore i sredine, kao i hrskavost kore. Ukupan broj bodova dobija se sabiranjem bodova datih za pojedine karakteristike, te se dobija zbirna ocjena.

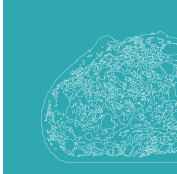


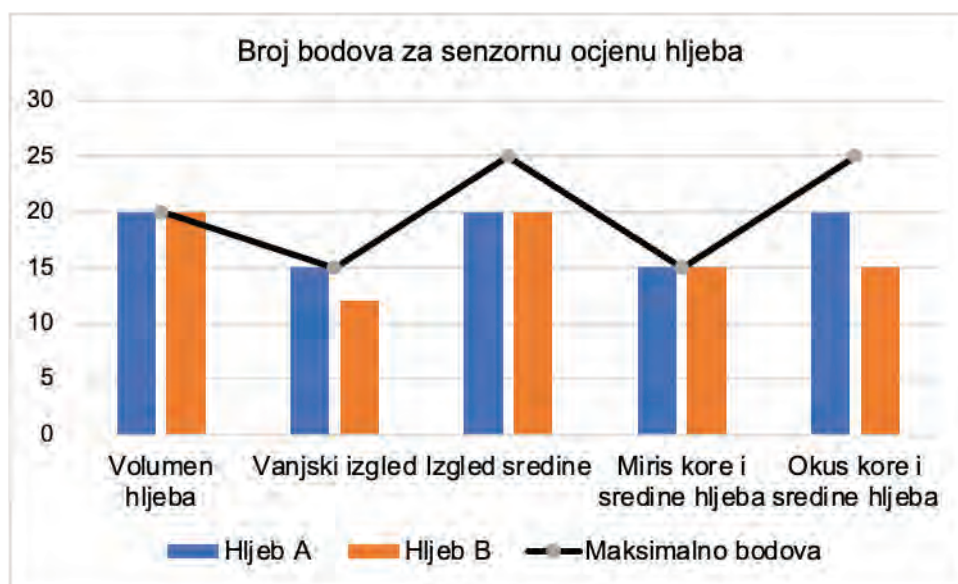
Tabela 6.4. Opisna ocjena kvaliteta hljeba na osnovu maksimalnog ukupnog broja bodova do 100

	Ukupan broj bodova	Opisna ocjena
1.	do 40	Hljev neuslovan za tržište
2.	41 – 60	Dovoljan kvalitet
3.	61 – 80	Dobar kvalitet
4.	81 – 90	Vrlo dobar kvalitet
5.	91 – 100	Odličan kvalitet

Ako hljev pri ocjenjivanju, ima izražene mane, odnosno, dobije ocjenu 1 (ne zadovoljava) po bilo kojem svojstvu kvaliteta, ne uzima se u obzir pri bodovanju.

Način predavljanja rezultata senzorne analize metodom bodovanja

S obzirom na to da ukupne maksimalne ocjene nisu iste za sve ocjenjivane osobine, zbog ponderisanih bodova, najpodesniji način za predavljanje je grafički pomoću stubića (Grafikon 6.1). Na grafikonu se jasno vide razlike između pojedinih uzoraka hljeba prema ispitivanim osobinama. Crna linija predavlja maksimalni broj bodova za pojedinu osobinu, pa se tako lakše uočava odstupanje bodova od maksimalnog mogućeg broja bodova za pojedinu senzorno svojstvo.



Grafikon 6.1. Način predavljanja senzornog kvaliteta dvije vrste hljeba (A i B) na osnovu metode bodovanja (Vlastiti izvor)

Nedostaci metode

Metoda ispitivanja hljeba bodovanjem podrazumijeva ocjenjivanje fizičkih karakteristika (volumen i elastičnost sredine) i senzornih odlika. U istraživanjima se često fizička svojstva uzoraka prikazuju posebno. Ovo je naročito važno kod volumena kada se koriste preciznije metode za mjerenje, kao što su instrumentalne metode i metoda zamjene sjemena. Koristan parametar kvaliteta predavlja specifični volumen (cm^3/g)

koji omogućava poređenje uzoraka različite mase. Predstavljena metoda ocjenjivanja volumena je prilagođen industrijskom hljebu (vekna) i lako se izvodi u pogonskim laboratorijama, ali je neprecizna, a vrijednosti koje se dobijaju su teško uporedive. Nadalje, ocjene u tabeli (Prilog 7) su prilagođene vrstama pšeničnog hljeba i određenim masama. Za hljeb od raži ili hljeb sa udjelom nekog drugog žita, koji se često nalaze u prometu, ova metoda ocjenjivanja volumena je neadekvatna. Pored toga, mase hljebova na tržištu su često manje od 0,5 kg, što nije predviđeno u tabeli (Prilog 7) i ocjenjivanje se svodi na subjektivnu približnu procjenu ocjenjivača. Ova metoda nije pogodna za ispitivanje uzoraka hljeba koji su proizvedeni probnim pečenjem u istraživačkim laboratorijama.

6.2. Modifikovana metoda bodovanja

Senzorna ocjena sa ponderisanim bodovima se može izvoditi bez ocjene za volumen u slučajevima kada je mjerenje volumena otežano ili ako se vrijednosti ne mogu naći u tabeli za očitavanje na osnovu brojčanih vrijednosti za volumen dobijene pomoću mjerenja sa centimetarskom trakom. U tom slučaju se pronalazi podesniji način mjerenja volumena i on se predstavlja odvojeno. Način ocjenjivanja je identičan kao prethodno opisani, samo sa prilagođenim vrijednostima (Tabela 6.5). Ukoliko se isključe bodovi za volumen, ukupni broj bodova za senzornu ocjenu će biti 80 uz iste KV.

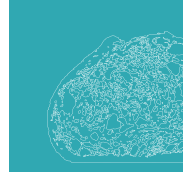
Tabela 6.5. Načini prilagođavanja tabele za senzorno ocjenjivanje hljeba bez bodovanja volumena

Osobina	Ocjene (A)	Koeficijenti važnosti (B)	
		Bez prilagođavanja	Prilagođeni
Vanjski izgled	1 – 5	3	4
Izgled sredine	1 – 5	5	6
Miris kore i sredine hljeba	1 – 5	3	4
Okus kore i sredine hljeba	1 – 5	5	6
Maksimalna ocjena (A x B)		80	100

Ukoliko se KV za volumen rasporede jednako na ostale osobine (Tabela 6.5), ukupna maksimalna ocjena senzornog kvaliteta hljeba će biti 100 i opisne ocjene za hljeb će ostati iste kao što je prikazano u tabeli 6.4.

Tabela 6.6. Opisna ocjena kvaliteta hljeba na osnovu maksimalnog ukupnog broja bodova do 80

	Ukupan broj bodova	Opisna ocjena
1.	do 40	Hljeb neuslovan za tržište
2.	41 – 50	Dovoljan kvalitet
3.	51 – 60	Dobar kvalitet
4.	61 – 70	Vrlo dobar kvalitet
5.	71 – 80	Odličan kvalitet



Prilikom izražavanje opisnih ocjena u slučaju kada je maksimalna ocjena 80 opisne ovjene je potrebno prilagoditi (Tabela 6.6).

6.3. Metoda senzornog ocjenjivanja prema *DLG*- shemi

Pogodna senzorna analiza hljeba, slična prethodno opisanim, može se raditi prema zvaničnoj njemačkoj skali za senzornu ocjenu poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda, odnosno prema *DLG*-shemi¹⁹. Primjena ove metoda zahtijeva od ocjenjivača poznavanje procesa u proizvodnji, kao i upućenost u generalni kvalitet hljeba, tako da i ovu senzornu ocjenu sprovode stručni ocjenjivači. Prednost ove metode je u tome da može poslužiti za ocjenjivanje i upoređivanje različitih vrsta hljeba, bez obzira na masu, tip i vrstu brašna, te način pečenja.

Senzorno ocjenjivanje prema ovoj metodi provodi panel koji se sastoji od 5 ocjenjivača - eksperata. Svako senzorno svojstvo ocjenjuje se ocjenama od 1 do 5 uz primjenu KV. Ocjene se množe sa odgovarajućim KV, pri čemu se dobiva ponderirana ocjena za pojedinačno svojstvo.

Tabela 6.7. Vrijednost koeficijenta važnosti (KV)²⁰

	Svojstvo	Koeficijent važnosti	% kvaliteta
1	Oblik, izgled	1	5
2	Kora, vanjska površina	1	5
3	Izgled sredine, poroznost	3	15
4	Elastičnost	3	15
5	Struktura sredine	3	15
6	Miris i okus	9	45
	Ukupno:	$\sum KV = 20$	100

Na osnovu značaja pojedinih osobina u cjelokupnom senzornom kvalitetu hljeba, KV su predstavljeni sa odgovarajućim udjelom. Primjera radi, kod prethodne metode okus i miris se ocjenjuju posebno, uz preporuku da se posebno testiraju kora i sredina. Udio značaja ovih osobina iznosi 25% za okus i 15% za miris, što iznosi 40% ukupnog kvaliteta hljeba (Tabela 6.7). Međutim, prema *DLG*-shemi bodovanja, najveću važnost (KV 9) imaju miris i okus uzorka, koji se ocjenjuju zajedno i predstavljaju 45% od ukupnog kvaliteta hljeba (Tabela 6.7). Također, značajna razlika između ove dvije metode ogleđa se u pogledu ocjenjivanja elastičnosti. Kod metode bodovanjem elastičnost se uklapa u osobinu izgled sredine, dok se prema *DLG*-shemi ocjenjuje odvojeno i u ukupnom senzornom kvalitetu čini 15%

Način ocjenjivanja pojedinih senzornih osobina se izvodi na način koji je opisan u prethodnoj metodi.

19 Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft / Njemačko poljoprivredno udruženje – Zvanična njemačka skala za senzornu ocjenu poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda

20 Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft / Njemačko poljoprivredno udruženje – Zvanična njemačka skala za senzornu ocjenu poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda

Tabela 6.8. Skala od 5 ocjena prema DLG- shemi opisnog ocjenjivanja hljeba²¹

Ocjena	Svojstvo kvaliteta	Opis svojstava pojedinih ocjena
5	Vrlo dobar	Potpuno ispunjavanje traženih svojstava kvaliteta
4	Dobar	Blago odstupanje
3	Zadovoljavajući	Značajno odstupanje
2	Manje zadovoljavajući	Jasno uočljive greške
1	Nezadovoljavajući	Vrlo izražene greške

Kod ove metode obračunava se kvalitetni broj (Q) na osnovu dobijenih ocjena i koeficijenata važnosti, na način da se zbroje proizvodi ocjena i koeficijenta važnosti za svako svojstvo, te se taj zbir podijeli s 20, odnosno s ukupnim zbirom koeficijenata važnosti ($\sum KV$).

$$\text{Kvalitetni broj (Q)} = \frac{\sum(O \cdot KV)}{\sum KV}$$

Gdje je:

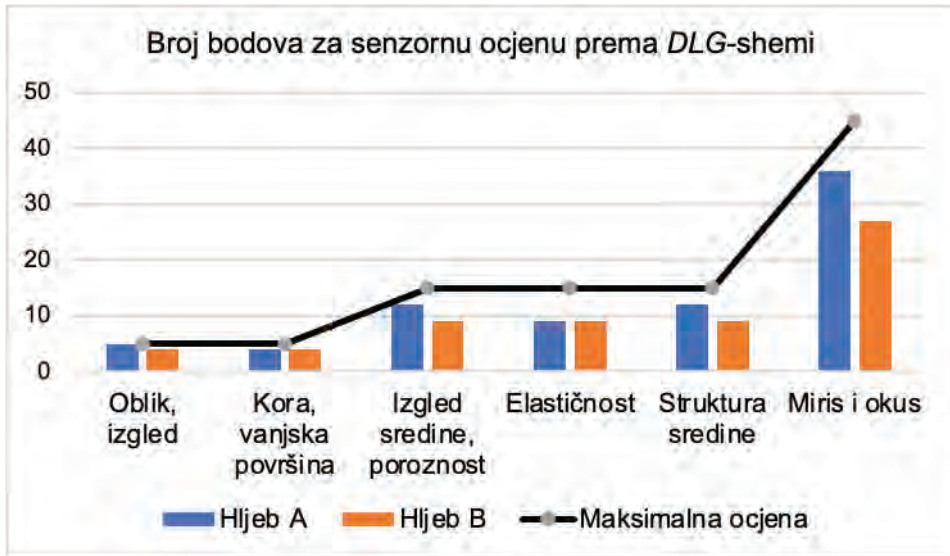
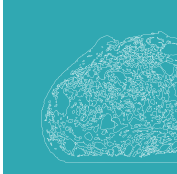
O – Ocjena za pojedino ispitivano svojstvo

KV – Koeficijent važnosti

Primjer predavljanja rezultata i obračuna kvalitetnog broja Q

Kada se radi o metodama sa ponderisanim bodovima i različitim maksimalnim ocjenama za pojedino senzorno svojstvo, prikazivanje rezultata pomoću stubića je pogodnije u odnosu na uobičajeni način predavljanja senzorne ocjene pomoću radara. Kao što je već rečeno, ovaj način predavljanja omogućava uočavanje razlika, kao i odstupanje pojedinih senzornih osobina od maksimalne vrijednosti. Na grafičkom prikazu (Grafikon 6.2) predavljen je primjer senzorne ocjene dva uzorka hljeba, gdje su uzorci ocjenjivani pomoću DLG-scheme.

²¹ Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft / Njemačko poljoprivredno udruženje – Zvanična njemačka skala za senzornu ocjenu poljoprivrednih i prehrambenih proizvoda



Grafikon 6.2. Način predstavljanja senzornog kvaliteta dvije vrste hljeba (A i B) na osnovu metode bodovanja po *DLG*-shemi (Vlastiti izvor)

Na osnovu dobijenih rezultata senzorne ocjene računa se kvalitetni broj Q . Primjer obračuna za dva uzorka hljeba A i B (Grafikona 6.2) je prikazan u nastavku.

$$Q_A = \frac{(5 + 4 + 12 + 9 + 12 + 36)}{20}$$

$$Q_A = 3,9$$

$$Q_B = \frac{(4 + 4 + 9 + 9 + 9 + 27)}{20}$$

$$Q_B = 3,1$$

Kvalitetni broj Q za uzorke hljeba iz primjera iznosi 3,9 za uzorak A i 3,1 za uzorak B. Ovaj broj predstavlja generalni senzorni kvalitet uzoraka i objedinjava sve ispitivane karakteristike, uvažavajući njihov pojedinačni manji ili veći uticaj na ukupni kvalitet.

7. RANGIRANJE

Metoda rangiranja se često koristi u postupcima senzorne analize namirnica, i to u situacijama kada je potrebno da se uzorci rasporede (rangiraju) prema nivou izraženosti jednog ili više svojstava, odabranih elemenata tih svojstava, odnosno, prema ukupnom kvalitetu.

Test nizanja ili rangiranja vrlo je jednostavan za postavljanje. Ocjenjivačima je potrebno vrlo malo treninga, a izvođenje analize je jednostavno. Od ocjenjivača se traži da uzorke poredaju u odnosu na neko svojstvo. Naprimjer, od njih se može tražiti da ocjenjuju uzorke prema slanosti ili topivosti u ustima, odnosno da rangiraju različite uzorke hljeba prema ukupnom kvalitetu.

Ocjenjivačima se prezentira najmanje 3, a najviše 7 uzoraka nasumičnim redoslijedom. Ocjenjivači su dužni poredati uzorke prema intenzitetu ili stepenu ispoljenosti traženog svojstva, odnosno, da rangiraju uzorke po cjelokupnom dojmu od najmanjeg do najvećeg ispoljenog svojstva ili obratno, zavisno od predmeta samog testiranja. Za metode rangiranja ukupnog kvaliteta jedan od uzoraka mora biti provjerena kontrola, a u određenim prilikama može biti korisno imati i skrivenu kontrolu.

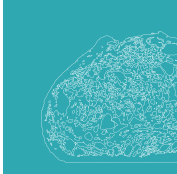
Ova metoda se preporučuje kada je potrebno prethodno rangirati uzorke, prije konkretnog izvođenja nekog testa i u postupku neposredne provjere ocjenjivača, odnosno za određivanje praga osjetljivosti pojedinog ocjenjivača. Koristi se, pored ostalog, i prilikom ispitivanja različitih uticaja na kvalitet proizvoda, kao što su promjena sirovina, aditiva ili začina, izmjena u režimima procesa proizvodnje, uticaj pakovanja, uslova skladištenja i slično.

Kako je već naglašeno, zahtjevi u pogledu rangiranja mogu da budu veoma različiti. Mogu se odnositi na jedno svojstvo ili na više svojstava od konkretnog interesa, ili na generalni kvalitet proizvoda. Zadatak ocjenjivača je da dostavljeni broj uzoraka rangiraju prema upustvu, odnosno prema ukupnom dojmu kada se radi o testiranju gotovih proizvoda.

Broj ocjenjivača zavisi od cilja analize, kao i od obučenosti ocjenjivača. Kada se angažuju obučeni ocjenjivači, zavisno od preciznosti analize, za test rangiranja potrebno je angažovati 12 do 15 ocjenjivača. Kada se radi o ocjenjivačima bez iskustva, potrebno je angažovati veći broj ispitanika, najmanje 60, vodeći računa da ravnomjerno predstavljaju ciljanu potrošačku grupu.

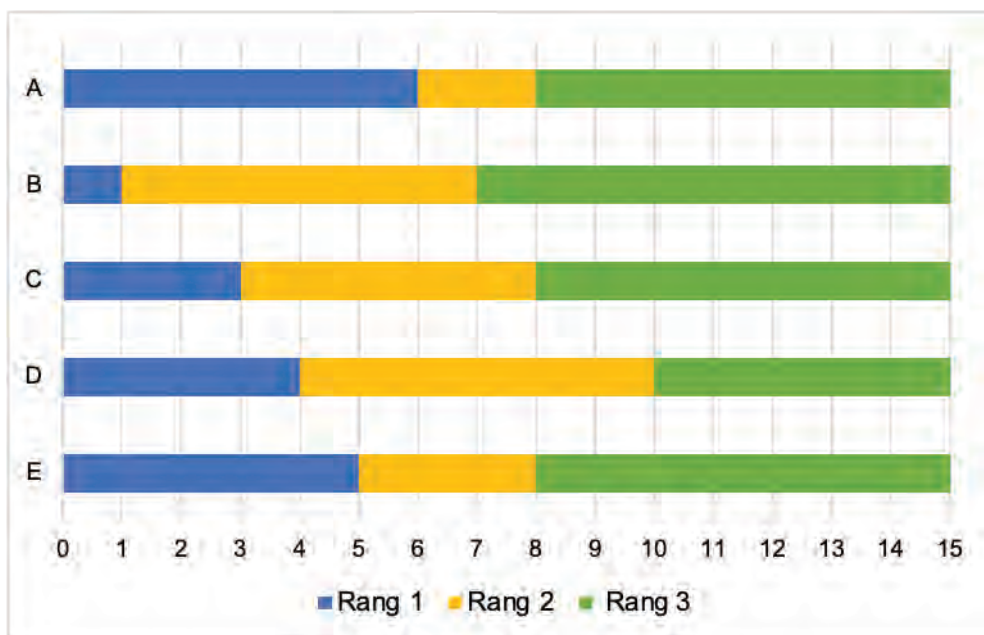
Tabela 7.1. Izgled ocjenjivačkog listića za rangiranje 5 uzoraka hljeba različitih proizvođača na osnovu ukupnog dojma (Rang: 1 – najviše preferiram; 3 – najmanje preferiram)

Šifre uzoraka hljeba	Rang 1	Rang 2	Rang 3
862			
254			
768			
598			
224			



Predstavljanje rezultata

Grafikon 7.1 predstavlja primjer rezultata rangiranja 5 uzoraka hljeba različitih proizvođača od strane 15 ocjenjivača. Od ocjenjivača se tražilo da rangiraju uzorke prema ukupnom dojmu od rang 1 – ocjena za najbolji, do rang 3 – ocjena za najlošiji uzorak prema vlastitim preferencijama.



Grafikon 7.1. Nizanje po preferenciji različitih uzoraka hljeba sa oznakama od A do E na osnovu cjelokupnog dojma (n = 15) (Vlastiti izvor)

Iz grafikona 7.1 uočava se da su ocjenjivači bili najviše skloni uzorcima hljeba A i E. Dobijeni rezultati se mogu predstaviti u procentima i dalje po potrebi statistički obraditi.

Nedostaci metode

Osnovni nedostatak metode rangiranja je što ne pruža više elemenata koji govore o kvalitetu proizvoda. S obzirom na to da je ukupni kvalitet usko vezan uz određene karakteristike pojedinog uzorka, nedostaju detaljna tumačenja i razumijevanje provedene analize, što može ograničiti korisnost ovog testa i njegovu širu primjenu. Ovo se odnosi na analize ukupnog kvaliteta, kao i na analize pojedinačnih parametara kvaliteta, naprimjer izgled kore, oblik ili okus.

Ukoliko bi se analiza postavila na način da se rangiraju uzorci prema više pojedinačnih karakteristika kvaliteta, moguće je očekivati usložnjavanje testa i eventualno zbunjivanje ocjenjivača, kao i poteškoće u obradi rezultata. U tom slučaju poželjno je izabrati drugu podesniju metodu, koja obuhvata veći broj različitih karakteristika kvaliteta nekog uzorka.

Pored toga, ovaj test ne omogućava identifikovanje intenziteta ustanovljenih razlika.

8. TESTOVI SKLONOSTI

Testovi sklonosti ili dopadljivosti dijele se na kvalitativne i kvantitativne. Kvalitativni testovi mjere subjektivni odgovor potrošača putem pojedinačnih razgovora. Koriste se u procjeni potrošačke inicijalne reakcije, te u studiji potrošačke terminologije za opisivanje novog proizvoda. Tipovi kvalitativnih testova: fokus grupe, fokus paneli i intervjui. Kvantitativni testovi sklonosti prikupljaju pojedinačne odgovore velike grupe potrošača na pitanja preferencije i senzornih obilježja, te se koriste u određivanju sveukupne preferencije ili dopadanja proizvoda potrošaču. Kvantitativni testovi sklonosti dijele se na testove preferenci i testove prihvaćanja. Testovi prihvaćanja koriste se za određivanje sklonosti potrošača prema proizvodu, uz pomoć raznih hedonističkih ljestvica ili skala kojima se najbolje izražava stepen neprihvatljivosti ili prihvatljivosti.

Ovi testovi se koriste za različite namjene u proizvodnji ili stručnim i naučnim istraživanjima kod:

- Različitih potreba kontrole kvaliteta jednog ili više proizvoda u industriji, skladištu ili prometu,
- Razvoja novih proizvoda,
- Unapređenja postojećih proizvoda,
- Ispitivanja efekta različitih faktora na karakteristike kvaliteta ili ukupni kvalitet.

Mjerenje stavova se najčešće provodi korištenjem nominalnih i ordinalnih ljestvica, međutim, prilikom složenijih postupaka omogućava se provođenje mjerenja intervalnom ljestvicom.

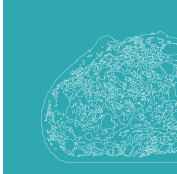
Kod ordinalnih skala ocjenjivači svoja zapažanja saopštavaju u rasponu krajnosti, koje se definišu kroz predmet ispitivanja, odnosno, konkretnim zahtjevima voditelja analize. Od ocjenjivača se traži da, naprimjer, ocijene senzorne karakteristike u rasponu od najveće do najmanje, najtamnije do najsvjetlije ili od najviše do najniže. Skale imaju tri do devet dijelova, a za označavanje se koriste brojevi, simboli ili riječi.

Stavovi ispitanika, dobiveni putem odgovora na pitanja, kvantificiraju se u svrhu mjerenja zadovoljstva, odnosno, nezadovoljstva ispitanika, pri čemu se koriste različite ljestvice koje mogu varirati u načinima prikazivanja opcija odgovora i u broju podjeljaka koje iskazuju. Izbor ljestvica ima uticaja na jednostavnost davanja odgovora, izražavanje stavova, preciznost i jednostavnost analize podataka te na prezentovanje i primjenu rezultata.

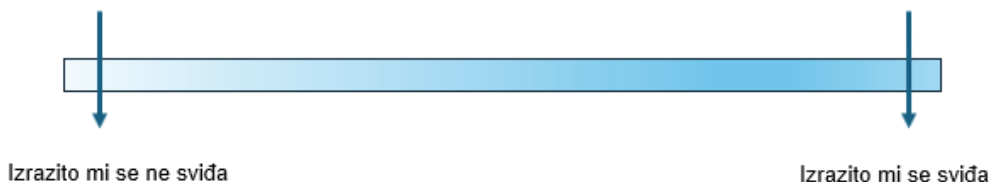
Provedena su brojna istraživanja za određivanje prikladnih ljestvica za mjerenje stavova, međutim, nema nekog određenog pravila. Može se reći da su ljestvice s 5 ili više podioka bolje za otkrivanje manjih razlika u odgovorima, a ljestvice s manjim brojem podjeljaka se više primjenjuju za određivanje većih razlika u odgovorima.

Pitanja koja se postavljaju tokom testiranja i ljestvice, odnosno, skale na koje se bilježe odgovori, sastavni su dio anketnog upitnika. Mogućnosti mjerenja ljestvice su izuzetno važne prilikom statističke obrade podataka u nastavku procesa istraživanja. Različite skale uvjetuju različite mogućnosti rukovanja podacima.

U toku provođenja senzorne analize ocjenjivač ima zadatak da na pripremljenom ocjenjivačkom listiću, na utvrđeni način, označi svoju ocjenu ili stav o posmatranom svojstvu ili o uzorku generalno. Kada se radi o skali, ocjenjivač označava svoj stav na



mjestu koje odgovara ustanovljenom intenzitetu posmatranog svojstva (Slika 8.1).



Slika 8.1. Nestruktuirana skala za ocjenjivanje nivoa sklonosti

Također, ocjene se mogu evidentirati zaokruživanjem jednog od ponuđenih odgovora, upisivanjem šifre uzorka ili dogovorene oznake u predviđeni prostor u tabeli, ili prevođenjem stečenog utiska u odgovarajuću numeričku oznaku. Način označavanja ocjena utvrđuje se prije analize kada se kreira ocjenjivački listić.

Hedonsko testiranje hljeba, sa skalama od 5 i 9 podioka, prikazani su u tabelama 8.1. i 8.2. Od ocjenjivača se traži da u tabeli ispod svakog uzorka označi unaprijed dogovorenim oznakom svoj utisak o pojedinom uzorku hljeba.

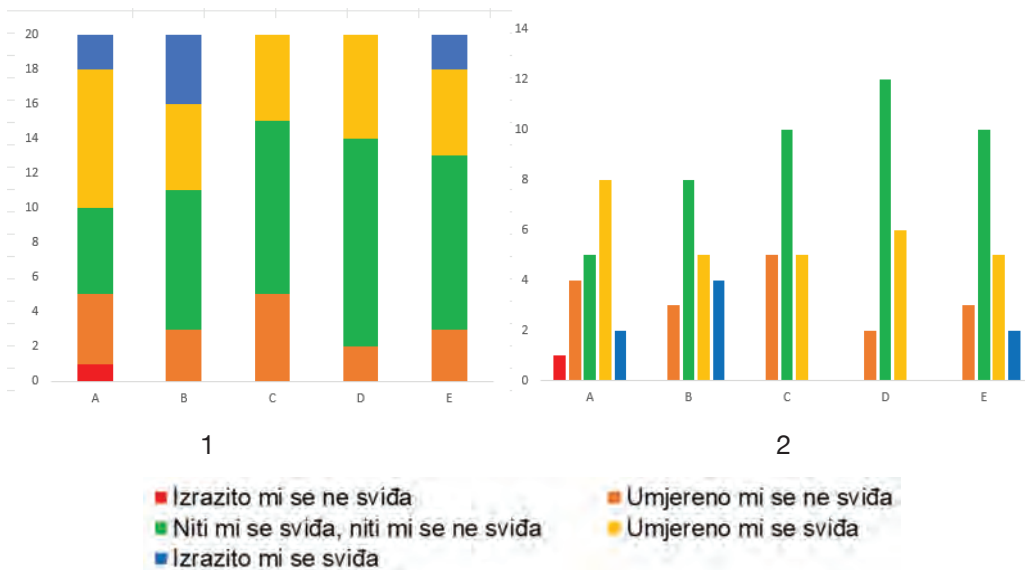
Tabela 8.1. Hedonska senzorna analiza 5 uzoraka hljeba (A – E) na osnovu cjelokupnog dojma, na skali od 5 podioka

		A	B	C	D	E
Izrazito mi se ne sviđa	1					
Umjereno mi se ne sviđa	2					
Niti mi se sviđa, niti mi se ne sviđa	3					
Umjereno mi se sviđa	4					
Izrazito mi se sviđa	5					

Tabela 8.2. Hedonska senzorna analiza 5 uzoraka hljeba (A – E) na osnovu cjelokupnog dojma, na skali od 9 podioka

		A	B	C	D	E
Izrazito mi se ne sviđa	1					
Veoma mi se ne sviđa	2					
Umjereno mi se ne sviđa	3					
Neznatno mi se ne sviđa	4					
Niti mi se sviđa, niti mi se ne sviđa	5					
Neznatno mi se sviđa	6					
Umjereno mi se sviđa	7					
Veoma mi se sviđa	8					
Izrazito mi se sviđa	9					

Rezultate senzornog ocjenjivanja na osnovu dopadanja ili sklonosti moguće je predstaviti grafički (Grafikon 8.1. 1 i 2)



Grafikon 8.1. (1 i 2) Načini predstavljanja ocjenjivanja 5 uzoraka hljeba na osnovu sklonosti, na skali od 5 podioka prema broju ocjenjivača (N=20) (Vlastiti izvor)

Sa grafikona 8.1 (1 i 2) može se uočiti da su se ocjenjivači u najmanjem broju izjasnili za krajnje vrijednosti u pogledu dopadljivosti, „izrazito mi se ne sviđa“ i „izrazito mi se sviđa“, i da je preovladavao indiferentan stav prema uzorcima. Pregledom ukupnih stavova/ ocjena ocjenjivača, moguće je dalje preuzeti odgovarajuće korake u proizvodnji, izmjeni recepture ili uvođenju novih proizvoda, odnosno, odlučiti da li je potrebno provoditi bilo kakve izmjene proizvoda.

Ukoliko se za svako svojstvo sklonosti dodijeli odgovarajući broj bodova, naprimjer, za „izrazito mi se ne sviđa“ – 1; „umjereno mi se ne sviđa“ – 2 itd. kako je prikazano na tabeli 8.1, dobije se broj bodova za svaki uzorak pojedinačno na osnovu sklonosti. Na ovaj način uzorci se lako mogu komparirati i obraditi odgovarajućom statističkom metodom.



Grafikon 8.2. Prikaz ukupnog broja osvojenih bodova na osnovu senzornog ocjenjivanja na hedonskoj skali od 1 do 5 (N=20) (Vlastiti izvor)

Na osnovu grafikona 8.2. može se uočiti da je prema sklonosti ocjenjivača najbolje ocijenjen uzorak hljeba B.

Ovaj način ocjenjivanja može uključiti i pojedine karakteristike za svaki uzorak. Tako bi se senzorno ocjenjivanje dopadljivosti moglo izvesti za karakteristike: izgled hljeba, izgled sredine, okus, miris i cjelokupni dojam za svaki uzorak pojedinačno. Ovako bi se dobilo više podataka o sklonostima ocjenjivača u pogledu pojedinih karakteristika uzoraka i olakšalo donošenje daljih odluka u proizvodnji. Međutim, ovaj način ocjenjivanja bi zahtijevao više vremena, eventualnu obuku ocjenjivača i kompleksniji način obrade i predstavljanja rezultata.

Nedostaci metode

Ova metoda je pogodna za prerađivačke pogone i za testiranje potrošača, uz adekvatan broj ocjenjivača koji proporcionalno predstavljaju ciljanu grupu. Međutim, za naučna ispitivanja nije pogodna, s obzirom da ne pruža dovoljan broj kvalitativnih pokazatelja, intenzitet ispitivanih razlika i ne daje detaljnu procjenu svih kvalitativnih senzornih karakteristika uzoraka hljeba.

Pored toga, za korektno provođenje ove senzorne analize potrebno je osigurati veći broj ocjenjivača, što usložnjava provođenje testiranja i obradu podataka.

9. KVANTITATIVNA DESKRIPTIVNA ANALIZA (Q.D.A.)

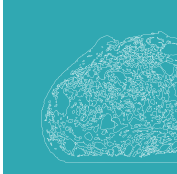
Deskriptivna analiza je postupak opisivanja senzornih svojstava proizvoda, obično po redosljedu pojavljivanja. To je u potpunosti senzorni opis koji uzima u obzir svaku zapaženu karakteristiku prilikom ocjenjivanja, vizuelnu, auditivnu, olfaktornu, i druge. Deskriptivna analiza proizvoda može se sagledati kroz njene četiri komponente koje uključuju:

- Obilježja (kvalitativni aspekt – izgled, miris, okus, osjet u ustima, dodir, oblik),
- Intenzitet (kvantitativni aspekt – kategorijske, linijske i skale s ocjenom veličine),
- Slijed provođenja određenih postupaka analize gdje se uključuju vremenski termini,
- Opšti dojmovi (integrirani aspekt - ukupni intenzitet arome i okusa, ravnoteža sistema, generalne razlike, hedonistička procjena).

Metode deskriptivne analize mogu se podijeliti na metodu profila okusa, metodu profila teksture i kvantitativnu deskriptivnu analizu (*Quantitative Descriptive Analysis* ili Q. D. A. - metodu). Prema Q. D. A. metodi predlaže se višestruko ocjenjivanje proizvoda, kako bi se iskoristila vještina ocjenjivača u donošenju relativnih procjena s visokim stepenom preciznosti. Ciljevi metode su:

- Pružanje naučno rigoroznog postupka s mjerljivim rezultatima,
- Proizvodnja outputa koji se može izravno generalizirati na potrošače,
- Angažovanje voditelja panela kao učesnika diskusije,
- Uključivanje svih osjetilnih modalitete i njihova interakcija,
- Odabir i obuka ocjenjivača za manje od 2 sedmice,
- Pružanje višestrukih aplikacija u razvoju proizvoda, kontrola kvaliteta i marketinga.

Slično ostalim senzornim metodama, ocjenjivači se provjeravaju na temelju njihove izvedbe na testovima diskriminacije i verbalizacije. Preporučuje se panel ocjenjivača od 10 do 12 članova. Tokom obuke, testni proizvodi služe kao ilustrativni poticaji za razvoj konsenzusnog jezika. Voditelj panela radi kao komunikacijski moderator bez uplitanja u panel rasprave. Reference se mogu koristiti za uspostavljanje senzorne terminologije, posebno kada su ocjenjivači zbunjeni i ne slažu se jedni s drugima o nekim senzornim atributima tokom treninga. Za obuku panela i prikupljanje podataka u Q. D. A. metodologiji koriste se linijske skale. Pouzdanost ispitanika procjenjuje se njihovim ponovljenim ocjenjivanjem atributa proizvoda.



9.1. Faze provođenja Q. D. A.

Provođenje Q. D. A. odnosno, testiranje, zahtijeva niz postupaka u cilju dobijanja što preciznijih i detaljnijih parametara kvaliteta, kako bi se dobio prikaz ukupnog senzornog kvaliteta nekog uzorka. Ova metoda se često provodi u naučnim ispitivanjima hljeba i drugih pekarskih proizvoda, gdje se koristi za procjenu uticaja sastojaka (vrsta i kvalitet brašna, dodatak nepšeničnog brašna i drugih sastojaka), kao i za praćenje izmjene režima obrade na kvalitet hljeba.



Slika 9.1. Faze provođenja Q. D. A.

9.1.1. Kvalitativni aspekt

Na samom početku izvođenja senzornog testiranja pomoću ove metode potrebno je identificirati i detaljno opisati pojedinačna svojstva proizvoda, odnosno, kroz diskusiju članova panela definisati deskriptore. Nadalje, potrebno je kreirati listu deskriptora i izvršiti odabir referentnih uzoraka.

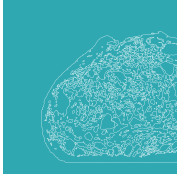
Deskriptori za hljeb proizveden sa kvascima

Naučna literatura o senzornim istraživanjima hljeba pokazuje veliku varijabilnost u pripremi uzoraka hljeba, procijenjenih senzornih svojstava, skala i referentnih standarda za senzorna svojstva. U tabeli 9.1. je sumiran popis svih odabranih senzornih svojstava sa definicijama prema Callejo, 2011.

Tabela 9.1. Predložena senzorna svojstva i definicije za deskriptivnu analizu hljeba²²

Senzorno svojstvo		Definicije
Izgled hljeba	Boja kore	Stepen tamne boje kore u rasponu od svijetlosmeđe do tamnosmeđe
	Boja sredine	Stepen tamne boje sredine u rasponu od bijele do tamnosmeđe
	Broj pora u sredini hljeba	Broj pora sredine po cm ²
	Ujedačenost poroznosti sredine	Homogenost veličine pora sredine
	Debljina kore	Debljina kore bočnog dijela
	Miris na pšenicu	Miris tipičan za integralno pšenično brašno pomiješano s kipućom vodom u omjeru 1:2
	Miris na žito	Miris tipičan za žita (zob, raž, zrno) pomiješano s kipućom vodom u omjeru 1:3
	Miris na slad	Slatkast miris tipičan za kondenzirano mlijeko, toffee i/ili slad
	Miris po sirovom tijestu	Karakterističan miris fermentiranog tijesta
	Miris jezgrastog voća	Miris miješanih orašastih plodova, npr. oraha, lješnjaka, brazilskog oraha i pinjola
Miris	Miris po prženom (kora)	Miris povezan s pšeničnim zrnom koje je prženo/tostirano
	Miris nalik na puter	Miris putera
	Tvrdoća sredine	Otpornost sredine na pritisak prsta
	Elastičnost sredine	Sposobnost sredine hljeba da se vrati u početni položaj nakon kompresije
Tekstura na dodir	Vlažnost sredine	Količina izdvojene pljuvačke u usnoj šupljini tokom žvakanja

Senzorno svojstvo		Definicije
Osjećaj u ustima	Adhezivnost/ljepljivost	Procjena ponašanja uzorka tokom žvakanja, odnosno, nakon kompresije između jezika i nepca. Ocjenjuje se stepen prijanjanja proizvoda uz nepce.
	Kohezivnost	Nivo deformacije koju materijal može izdržati prije nego što se razori
	Hrskavost kore	Stepen procjene lomljenja kore
	Pšenični	Okus pšenice tipičan za zrno pšenice tretirano kipućom vodom u omjeru 1:2 i ostavljeno preko noći
Okus i aroma	Po okusu integralnog hljeba	Okus tipičan za hljeb od pšeničnog i integralnog pšeničnog brašna i/ili pšeničnih vlakana i/ili pšeničnih mekinja
	Po sladu	Aromatični osjećaj koji proizvodi okus ili miris koji podsjeća na pržena žita
	Po raži	Karakteristična aroma raževog brašna
	Po pečenom	Stepen pečenog okusa i arome kore hljeba
	Slatkost, slast	Procjenjuje se da li uzorci imaju ili označavaju sladak okus (šećer). Standardni rastvor: saharoza 16 g/L
	Slanost	Percepcija nivoa slanosti Standardni rastvor: NaCl 5 g/L
	Po kvascu	Okus povezan s prirodnim kvascem kao sredstvom za dizanje
	Kiselil	Oštar zajedajući okus poput okusa sirćeta ili limuna Standardni rastvor: vinska kiselina ili limunska kiselina 1 g/L
	Jačina oštrog okusa i arome sredine	Procjena nivoa oštrog (kiselog, nalik na sirće) okusa i arome sredine
	Orašast	Okus i aroma tipičani za svježe mljevene lješnjake



Treba napomenuti da je predložena tabela 9.1. prilagođena određenim vrstama pšeničnog hljeba. Međutim, ukoliko se ispituju uzorci hljeba koji se po sirovinskom sastavu ili režimima proizvodnje značajno razlikuju, potrebno je precizirati odgovarajuće senzorne atribute koji najbolje odražavaju ukupni kvalitet datog uzorka i definisati ih. Ovo se najviše odnosi na svojsva okusa i arome hljeba.

Pored prikazanih senzornih karakteristika (Tabela 9.1), može se uvrstiti i naknadni okus, koji bi se mogao ispoljavati u vidu blage slatkosti ili nepoželjnog gorkog naknadnog okusa.

Naknadna aroma (*after-flavour*) može se ispoljiti kao sljedeće karakteristike:

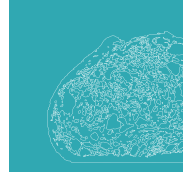
- Gorko – Tipičan zaostali okus i aroma nakon konzumiranja kinina,
- Kiselo – Zaostali okus i aroma koji prate konzumiranje npr. vinske kiseline,
- Pečeno/prženo – naknadni dojam okusa i arome prepečenog bijelog hljeba.

U praksi se često koristi slika – točak arome (*aroma wheel*), gdje su na jednostavan i pregledan način prikazana senzorna svojstva nekog proizvoda, naročito kada se radi o okusu i aromi. To je jednostavan alat za prikazivanje različitih aroma i njihovih nijansi, kao što je slučaj kod prikazivanja arome vina ili čokolade.

Na slici 9.2. prikazan je točak senzornih karakteristika hljeba, usklađen prema deskriptorima iz tabele 9.1. Ovak prikaz uključuje sve senzorne deskriptore (izgled, miris, tekstura, osjećaj u ustima, okus i aroma).



Slika 9.2. Prikaz senzornih karakteristika hljeba prema Callejo (2011)



Deskriptori za hljeb proizveden sa kiselim tijestom

Tehnologija kiselog tijesta raširena je u cijelom svijetu i smatra se najprikladnijim i najodrživijim procesom za poboljšanje nutritivnih, funkcionalnih, reoloških i senzornih svojstava hljeba u njegovim brojnim varijantama.

Mikroflora kiselog tijesta sastoji se od bakterija mliječno-kiselog vrenja (BMK) – LAB (*Lactic acid bacteria*) i kvasca. U cilju proizvodnje hljeba dobrog kvaliteta (odgovarajuća vrijednost pH i titracione kiselosti, odnos mliječne i sirćetne kiseline), potrebno je poznavati uticaj pojedinih bakterija kiselog tijesta. Ugljikohidratni metabolizam bakterija kiselog tijesta i proizvodnja mliječne i sirćetne kiseline je najznačajniji faktor koji utiče na dobar okus i aromu hljeba. Neke bakterije proizvode na povišenoj temperaturi, u jednom širem rangu, više mliječne kiseline, dok druge pokazuju ovu tendenciju samo na određenoj temperaturi.

Kada se koristi u optimiziranim omjerima, kiselo tijesto može poboljšati volumen, teksturu, okus i hranjivu vrijednost hljeba, te može produžiti vijek trajanja usporavanjem procesa starenja i štiteći hljeb od plijesni i kvarenja bakterijama.

Osnovne razlike između hljeba proizvedenog korištenjem pekarskog kvasca i hljeba sa kiselim tijestom se ogledaju u nekoliko elemenata:

Sastojci – prilikom proizvodnje hljeba sa kiselim tijestom nepotrebno je dodavanje hemijskih i enzimskih aditiva. Pošto se proizvodnja sa kiselim tijestom može ostvariti sa starterom koji sadrži originalnu mikrofloru, ovaj proces je pogodan za razvoj prirodnih pekarskih proizvoda;

Vanjske karakteristike hljeba – hljeb proizveden sa kvascima ima odličan volumen i relativno tanku koru, zahvaljujući odgovarajućem kvalitetu brašna, prisustvu fermentabilnih šećera i intenzivnoj fermentaciji, koju provode kvasci. Hljeb sa kiselim tijestom ima tvrdu i više aromatičnu koru, usljed produženog procesa pečenja;

Unutrašnje karakteristike hljeba – struktura sredine konvencionalnog hljeba je mekana, ujednačene poroznosti i nježne teksture, što doprinosi svježini hljeba. Kod hljeba sa kiselim tijestom, zbog manjeg volumena, sredina je neujednačena, sa grubim i rustikalnim izgledom;

Održivost i svježina – proizvodi sa kiselim tijestom sporije stare i otporniji su na djelovanje mikroorganizama koji izazivaju kvarenje hljeba, u odnosu na hljebove proizvedene komercijalnim postupkom.

Da bi se dobio specifičan, ponovljiv kvalitet kiselog tijesta i hljeba, potrebno je poznavati parametre procesa i izabrati najprikladnije metode i protokole za karakterizaciju kiselog tijesta. Q.D.A. je moćan alat za opisivanje senzornih svojstava pečenih proizvoda od kiselog tijesta. Međutim, potrebno je uspostaviti cjelovitu metodologiju ocjenjivanja, odnosno, uspostaviti protokol koji vrijedi za senzornu analizu hljeba s kiselim tijestom, a koji slijedi opće smjernice za primjenu senzorne analize u kontroli kvaliteta (ISO standardi).

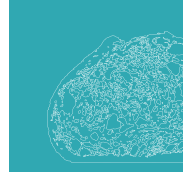
Deskriptori za izvođenje Q.D.A. metode za ocjenu hljeba od kiselog tijesta, uz korištenje BMK, su različiti i brojniji od onih koji se koriste za hljebove koji se proizvode sa kvascima. Okus i aroma hljeba od kiselog tijesta su više izraženi i raznovrsniji, pa su i njihov opis, usklađivanje deskriptora i njihovo definisanje kompleksniji.

Tabela 9.2. Predložena svojstva arome i definicije za deskriptivnu analizu hleba od kiselog tijesta²³

Senzorno svojstvo	Definicije	
Osnovni okus	Gorko	Osnovni faktor okusa tipičan za kofein
	Slano	Osnovni faktor okusa tipičan za NaCl
	Kiselost	Osnovni faktor okusa tipičan za limunsku kiselinu
	Slatko	Osnovni faktor okusa tipičan za saharozu
Osjećaj u ustima	Oporost	Osjećaj bockanja ili bockanja na površini i/ili rubovima jezika i usta
	Kredast	Stepen suhog, praškastog osjećaja u ustima nakon gutanja
	Nastajanje masne obloge u ustima	Glatka prevlaka nalik masnoći koja se uočava na nepcu nakon gutanja
	Utrnulost jezika	Osjećaj smanjenja gubitka osjeta na jeziku
	Neugodan osjećaj na zubima	Hemijski faktor osjećaja koji se doživljava kao sušenje/povlačenje kada se jezik trlja preko zadnje strane površine zuba
Karakteristike kiselog	Ukupna aroma kiselog	Ukupna aroma povezana s kiselim tvarima
	Mliječno kiselost	Fermentisana kiselost aroma povezana s mliječnim proizvodima kao što su mlaćenica i krem sir
	Limun kiselost	Aroma povezana sa svježim limunom
	Aroma jabučne kiselina	Kiselost, oštra, pomalo voćna aroma praćena trpkosću
	Kiselost aroma sirćeta	Kiselost, trpak, blago opor miris povezan s sirćetnom kiselinom

Nastavak tabele 9.2.

Senzorno svojstvo	Definicije
Pivo	Aroma povezana s fermentisanim pivom
Izgoreno/spaljeno	Oštra, trpka nota proizvoda koji je prepečen
Aroma putera	Neprijatna kiselkasta i sirasta aroma
Karamel	Zaokružena, puna aroma, odgovara srednje smedem aromatičnom svojstvu
Mliječni dojam	Opći pojam povezan s aromom proizvoda od kravljeg mlijeka
Aroma tijesta	Dojam vlažnog, sirovog tijesta, povezan je s proizvodima od žita
Aroma jajeta	Aroma povezana s kuhanim cijelim jajetom
Voćna	Aromatični dojam tamnog voća koji može uključivati slatko, blago smeđe, prezrelo, i donekle kiselo
Aroma dizanog tijesta	Aromati povezani sa hemijskim sredstvima za narastanje
Pljesniva, ustajala aroma,	Arome povezane sa zatvorenim zračnim prostorima (potkrovlje i ormari)
Pljesniva, zemljana aroma	Arome povezane s mokrim žitaricama i vlažnom zemljom
Orašasta	Lagana slatko smeđa aroma, dojam poput oraha
Masna	Cjelokupni dojam okusa ulja
Aroma maslinovog ulja	Lagana aromatična karakteristika maslinovog ulja
Aroma slatkog	Aroma povezana s mješavinom slatkih tvari
Aroma prženog	Pečena aroma koja se može pojaviti sa žitima
Aroma pšenice	Lagana aroma kuhanog pšeničnog brašna
Aroma kvasca	Fermentisana aroma slična kvascu



Na slici 9.3. prikazana su svojstva arome za hljebove od kiselog tijesta prema tabeli 9.2.

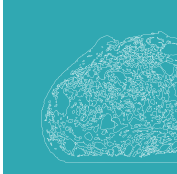


Slika 9.3. Toćak arome hljeba od kiseloć tijesta prema Lotong et al. (2007)

Prilikom definisanja deskriptora potrebno je detaljno precizirati nivoe, odnosno, intenzitet arome u uporedbi sa poznatim, odnosno, referentnim uzorcima. Određivanje nivoa arome obavlja se kroz diskusiju ocjenjivaća i preciziraju se referentne vrijednosti zavisno od ranga ocjena. Prema deskriptorima iz tabele 9.2. za ocjenjivanje osnovnih okusa koriste se rastvori u vodi, i to kofein za gorko, NaCl za slano, limunska kiselina za kiselo i saharoza za slatko. Koncentracija rasvora se usaglašava sa ocjenama iz predložene skale. Naprimjer, 1.0 %-tni vodeni rastvor saharoze predstavlja referentni okus za ocjenu 1. Ovaj postupak je veoma složen i može biti dugotrajan, ali osigurava preciznost ocjenjivanja i ponovljivost rezultata. Definisanje referentnih uzoraka i njihovo usaglašavanje sa ocjenama intenziteta predstavlja važan korak u izvođenju Q.D.A.

9.1.2. Kvantitativni aspekt

Ova faza podrazumijeva sami proces ocjenjivanja. Odabrana senzorna svojstva



ispitivanih proizvoda se ocjenjuju prema intenzitetu na skali ili brojčano. Za numeričko označavanje pojedinih senzornih karakteristika može se koristiti interval od 1 do 5; 1 do 9 ili čak 1 do 15. Način ocjenjivanja na skali ili brojčano odlučuje se kroz diskusiju ocjenjivača gdje se utvrđuju referentni uzorci i uspostavljaju intervali od minimalnog do maksimalnog prema intenzitetu ispitivanog senzornog svojstva.

Izbor deskriptora

Skup riječi koji se koristi za opisivanje proizvoda mora imati ključne aspekte koji pomažu u senzornoj procjeni. Prije svega, potiče se korištenje tačno definisanih primarnih jednostavnih pojmova umjesto kombinacije više pojmova. Na taj način se smanjuje zabuna pri evaluaciji i olakšava obrada podataka.

Pored toga, izrazi koje ocjenjivači koriste za opis senzornih svojstava ne smiju biti u međusobnoj korelaciji. Ako se pojmovi preklapaju u značenju, može doći do zabune unutar panela uzrokujući nepotrebne pogreške. Pojmovi bi trebali opisivati temeljne principe koji stoje iza senzornih svojstava.

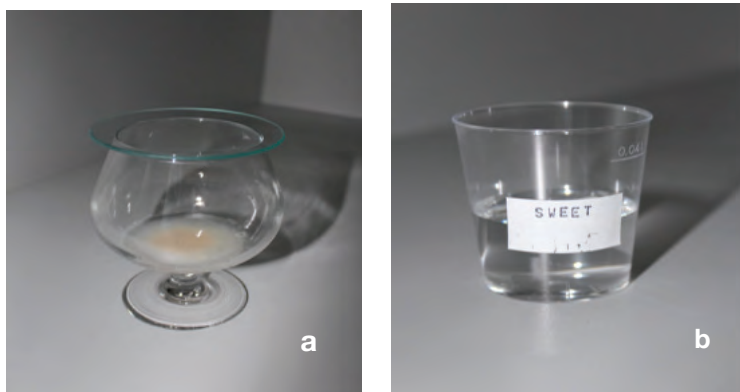
Proces razvoja terminologije za bilo koju pojedinu kategoriju proizvoda uključuje višestruke rasprave u kojima se širok izbor uzoraka daje panelu za individualnu ocjenu. Svaki ocjenjivač izrađuje popis atributa, odnosno, termina koji pokrivaju izgled, miris, teksturu i okus koji se mogu koristiti za definisanje kategorije određenog proizvoda. Prijedlozi članova panela se kombinuju i usaglašavaju dok se ne postigne konsenzus i jednoobrazno razumijevanje termina. U prosjeku, za deskriptivnu analizu preporučuje se panel od najmanje 10 obučениh ocjenjivača.

Primarna pomoć u raspravama je korištenje referentnih materijala. Referentni materijal može biti bilo koja hemikalija, sastojak, začín ili zasebni proizvod koji pomaže u definisanju pojmova koji se koriste u procesu senzorne procjene. Na primjer, otopina saharoze naširoko se koristi kao referentni materijal za atribut – slatko. Neki primjeri za kreiranje referentnih atributa mirisa i okusa da ti su u tabeli 9.3.

Tabela 9.3. Primjeri nekih referentnih atributa za ocjenjivanje mirisa i okusa²⁴

Miris		Okus	
Svojstvo	Referentni miris	Svojstvo	Referentni okus
Čisti jogurt	Čajna kašika jogurta	Čisti jogurt	Čajna kašika jogurta
Mlijeko	20 mL mlijeka	Mlijeko	20 mL mlijeka
Suhi kvasac	Suspenzija 0,5 g suhog kvasca i 15 ml tople vode	Suhi kvasac	Suspenzija 0,5 g suhog kvasca i 15 ml tople vode
Integralno pšenično brašno	Suspenzija 1 čajne kašike integralnog brašna i 40 mL vode	Integralno pšenično brašno	Suspenzija 1 čajne kašike integralnog brašna i 40 mL vode
Lješnjak	Usitnjeni lješnjak		
Tostirani hljeb	Komadići (1 x 1 cm) tostiranog hljeba	Tostirani hljeb	Komadići (1 x 1 cm) tostiranog hljeba
Puter	Komadić putera	Puter	Komadić putera
		Kiselost	20 mL 0,025%-tni rastvor mliječne kiseline
		Slatkoća	20 mL 1%-tni rastvor saharoze
		Slanost	20 mL 0,15%-tni rastvor NaCl
		Gorčina	20 mL rastvora kofeina 0,1 g/L

Za ocjenjivanje mirisa potrebno je referentne uzorke dodati u čašu za ocjenjivanje mirisa i držati je poklopljenu (Slika 9.4).



Slika 9.4. Referentni uzorci za ocjenjivanje mirisa (a) i okusa (b)²⁵

Zavisno od postavljenog cilja senzorne analize i vrste uzorka hljeba, u ispitivanje se može uvesti i postojanost okusa. Trajanje olfaktorno-gustatornog osjeta ocjenjuje se nakon gutanja. U okviru intervala koji se kreće ispod 10 do 60 sekundi postojanosti okusa, formira se skala sa numeričkim ili opisnim ocjenama.

Na temelju kreiranih svojstava i referentnih materijala korištenih za njihovo definisanje, formira se lista s definicijama. Definijska lista uključuje potpuni popis svojstava koji se procjenjuju tokom deskriptivne analize, njihove detaljne opise, odgovarajuće referentne materijale i korištenje skale.

Za ocjenjivanje intenziteta bilo kojeg percipiranog atributa, bilo u smislu brojeva ili riječi, koristi se podešena skala. Uspješnost podešavanja skala ili ljestvica, međutim, uveliko ovisi o tome koliko su članovi panela upoznati/obučeni s načinom korištenja skala koje se koriste u svrhu analize. Nadalje, ocjenjivač bi trebao biti svjestan koliko intenzitet bilo koje osobine varira unutar opsega odabranog proizvoda. Ako se koristi numerička skala, intervali od 5 do 15 tačaka smatraju se dovoljno širokim da uzmu u obzir i drastične i relativno male promjene u intenzitetu. Ako se koriste riječi, mogu se koristiti sljedeći pokazatelji: nema osjeta; blag osjet; umjeren osjet; intenzivan osjet; vrlo intenzivan osjet. Referentni materijali korišteni u kreiranju terminologije mogu se dodatno koristiti kao polazne točke na skali kako bi se pomoglo ocjenjivaču i osigurala ujednačenost rezultata. Odgovarajućem referentnom materijalu za atribut dodjeljuje se vrijednost na skali na temelju konsenzusne odluke panela. Uzorcima se tada dodjeljuje vrijednost intenziteta u odnosu na referentni materijal.

Detaljan opis senzornih karakteristika hljeba prikazan je u tabeli 9.4. Tabela može poslužiti za opisno ocjenjivanje hljeba. Međutim, senzorni atributi i njihov opis, također, mogu poslužiti kao polazna tačka prilikom kreiranja deskriptora za ocjenjivanje različitih vrsta hljeba. Opisani intenziteti se dalje, mogu prevesti u numeričke. Pored toga, tabela je kreirana na način da se neke specifične senzorne osobine mogu lako dodati, ukoliko se prethodno usaglasa od strane članova panela.

Ovo je jako važno kada se radi o vrstama hljeba sa dodatkom nepšeničnog brašna. Kod raževog hljeba se ocjenjuje prisustvo arome koja je povezana sa zrnom raži, kao i kisela aroma fermentiranih proizvoda. U pogledu okusa, također, ocjenjuje se osjećaj izazvan tipičnom aromom zrna raži kao i kiselost. U deskriptore je moguće uvrstiti i *aftertaste*, osjećaj zaostalog ili naknadnog okusa nakon konzumiranja raženog hljeba.

Kada se radi o uzorcima hljeba proizvedenim od kiselog tijesta, svakako treba uzeti u obzir aromu i okus kiselosti, njihov karakter i intenzitet.

Tabela 9.4. Senzorne karakteristike hljeba sa opisnim ocjenama za pojedine senzorne atribute²⁶

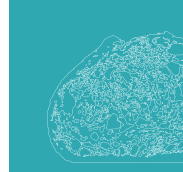
VIZUELNA TEHNIKA – IZGLED PROIZVODA			
Oblik		Boja kore	
<ul style="list-style-type: none"> Pravilan (ujednačen) Skoro pravilan (manje nepravilnosti*) Nepravilan *Opis nepravilnosti:	<u>Nijansa:</u> <ul style="list-style-type: none"> Blijeda Blijedožuta Žuta Žutorumena Rumena Mrkorumena Mrka Tamnokrka 	<u>Sjaji:</u> <ul style="list-style-type: none"> Sjajna Malo sjajna Mat 	<u>Ujednačenost:</u> <ul style="list-style-type: none"> Ujednačena Djelimično neujednačena Neujednačena
VIZUELNA TEHNIKA – IZGLED PRESJEKA			
Debljina kore		Boja sredine	
<ul style="list-style-type: none"> Tanka (< 2 mm) Srednje debela (2-4 mm) Debela (> 4 mm) 	Povezanost <ul style="list-style-type: none"> Povezana Delimično nepovezana* Nepovezana *Opis nepovezanosti	<u>Svijetlina:</u> <ul style="list-style-type: none"> Vrlo svijetla Svijetla Srednje svijetla Malo tamna Tamna Izrazito tamna 	<u>Ujednačenost:</u> <ul style="list-style-type: none"> Ujednačena Delimično neujednačena Neujednačena

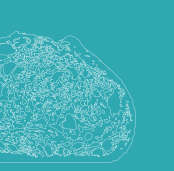
26

Seminar "Obuka i odabir ocenjivača za senzorne analize" prema zahtevima standarda JUS ISO 8586-1:2002, Žitozajednica, Beograd februar 2004.

Nastavak tabele 9.4.

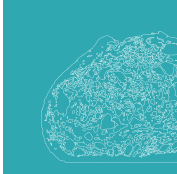
Struktura sredine			
<u>Ujednačenost:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ujednačena • Djelično nejednačena* • Neujednačena *Opis nejednačenosti:	<u>Ravnomjernost pora:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Ravnomjerne • Prilično ravnomjerne • Neravnomjerna 	<u>Velčina pora:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Sitne • Srednje • Krupne Broj poroznosti po <i>Dallmannu</i> :	<u>Finoća pora:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Izrazito gruba • Gruba • Malo gruba • Skoro fina • Fina • Spužvasta
PALPATORNA TEHNIKA			
Svojstva sredine			
<u>Vlažnost:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Suha • Malo vlažna • Vlažna 	<u>Mrvljivost:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Nije mrvljiva • Malo mrvljiva • Mrvljiva • Izrazito mrvljiva 	<u>Elastičnost:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Odlična • Vrlo dobra • Dobra • Zadovoljava • Ne zadovoljava • Loša 	<u>Lomljivost:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Korasta • Hrskava • Krta • Krckava • Mrvljiva
			<u>Mekoća:</u> <ul style="list-style-type: none"> • Meka • Meko tvrda • Tvrda
OLFAKTORNA TEHNIKA			
Nota mirisa			
Aroma			
<ul style="list-style-type: none"> • Tipičan • Skoro tipičan* • Atipičan *Sa izrazitom notom na:			
<ul style="list-style-type: none"> • Aromatičan • Slabo aromatičan • Neutralan • Bez mirisa 			





GUSTATORNA TEHNIKA	
Nota okusa	Izraženost okusa
<ul style="list-style-type: none">• Tipičan• Skoro tipičan*• Atipičan• *Sa izrazitom notom na:	<ul style="list-style-type: none">• Izražen – prijatan• Prijatan• Neutralan• Neukusan• Bijutav
Žvakkjivost	
<u>Kora:</u> <ul style="list-style-type: none">• Nježna• Žvakkjiva• Žilava	<u>Masnost</u> <ul style="list-style-type: none">• Bezmasno• Malo masno• Masno
<u>Sredina:</u> <ul style="list-style-type: none">• Nježna• Žvakkjiva• Žilava	





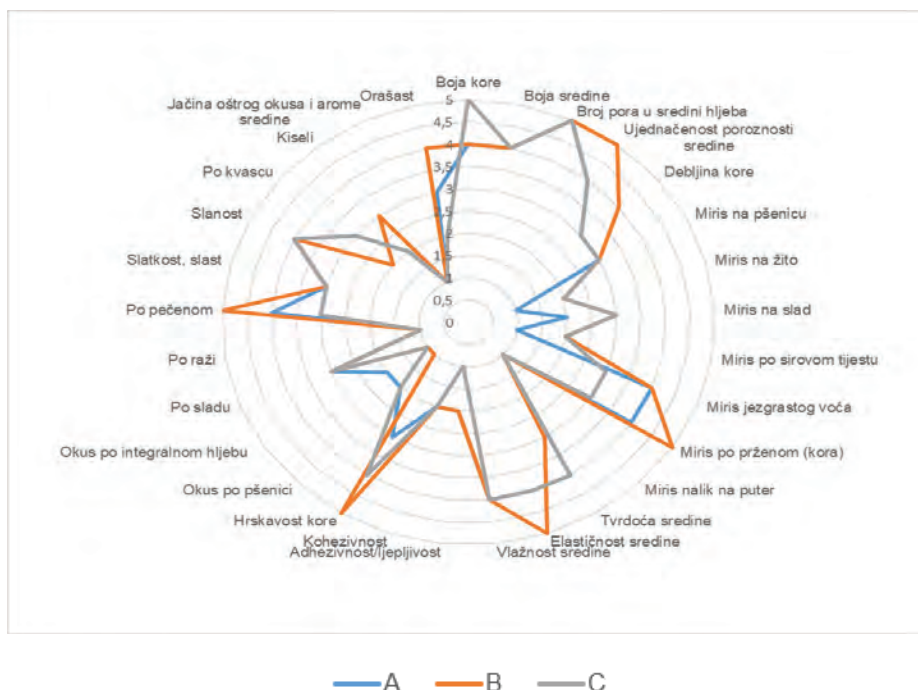
9.1.3. Statistička obrada podataka i prikazivanje rezultata

Obrada rezultata senzorne analize podrazumijeva, u prvom redu, ispitivanje ponovljivosti ocjenjivača i ocjena homogenosti samog panela. Rezultati se prezentuju članovima panela i na kraju se donosi zaključak i izvještaj o sprovedenoj analizi.

Statistički postupci, kao što je multivarijatna analiza varijanse, analiza glavnih komponenti, analiza faktora, analiza klastera, mogu se široko primijeniti na skup podataka. Najjednostavniji grafički prikaz srednjih vrijednosti rezultata u istoj senzornoj kategoriji je pomoću radara ili paukove mreže.

9.1.3.1. Prikazivanje rezultata Q.D.A. pomoću radara

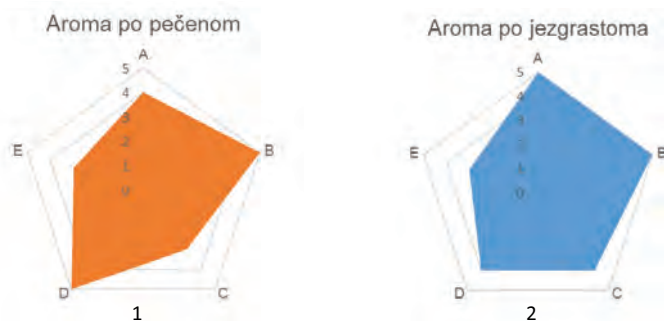
Rezultate analize uzoraka hljeba (A, B i C) prema deskriptorima iz tabele 9.4., na skali 1 do 5, moguće je predstaviti pomoću radara (paukova mreža), gdje se mogu uočiti svi parametri senzornog kvaliteta i procijeniti razlike između uzoraka.



Grafikon 9.1. Srednje vrijednosti senzorne analize uzoraka hljeba na skali 1 do 5 (N=10) (Vlastiti izvor)

Na osnovu izgleda grafikona 9.1. moguće je uočiti da najpovoljnije osobine posjeduje uzorak hljeba B, i to u pogledu ujednačenosti pora sredine, elastičnosti sredine, hrskavosti kore. Ovaj uzorak ima izraženu aromu po pečenom (5) i po jezgrastom voću (4). Detaljan pregled senzorne analize i komparacija svih uzoraka, prema ispitivanim karakteristikama, može olakšati donošenje odluka o eventualnim izmjenama recepture ili režima proizvodnje.

Ponekad je u praksi potrebno naglasiti samo jedno senzorno svojstvo kako bi se jasnije uočile razlike između uzoraka. Za primjer se može uzeti aroma pečenog i jezgrastog za 5 uzoraka hljeba označenih slovima A, B, C, D i E. Ove arome izdvajaju se kao naznačajnije i najpoželjnije arome hljeba, odnosno kore.



Grafikon 9.2. Srednje vrijednosti arome po pečenom (1) i po jezgrastom (2) za 5 uzoraka hljeba (A do E) ocijenjenih na skali 1-5 (N=10) (Vlastiti izvor)

Na predstavljenim grafikonima 9.2. 1 i 2 može se uočiti da prema aromi pečenog prednjače uzorci B i D, dok je aroma jezgrastog najviše izražena kod uzorka B. Prema izabranim karakteristikama arome najlošije je ocijenjen uzorak E.

U svrhu jasnijeg predstavljanja rezultata QDA može se, naravno, svako pojedino senzorno svojstvo predstaviti pojedinačno kao na grafikonu 9.2.

Međutim, nedostatak ovog predstavljanja je otežano prikazivanje dodatnih statističkih parametara, kao što su standardna devijacija i iskazivanje statistički značajnih razlika između uzoraka. Uz to, za veliki broj uzoraka ovaj način prikazivanja je previše složen i tumačenje rezultata otežano. Kod većeg broja uzoraka hljeba i prilikom izvođenja ove analize poželjno je koristiti druge metode grafičkog prikazivanja.

Radi lakšeg predstavljanja senzornih karakteristika hljeba, proizvedenog od kiselog tijesta, moguće je posebno ocjenjivati koru, a posebno sredinu hljeba. U tu svrhu se sam postupak ocjenjivanja prilagođava prema ovom načinu ocjenjivanja.

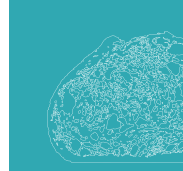
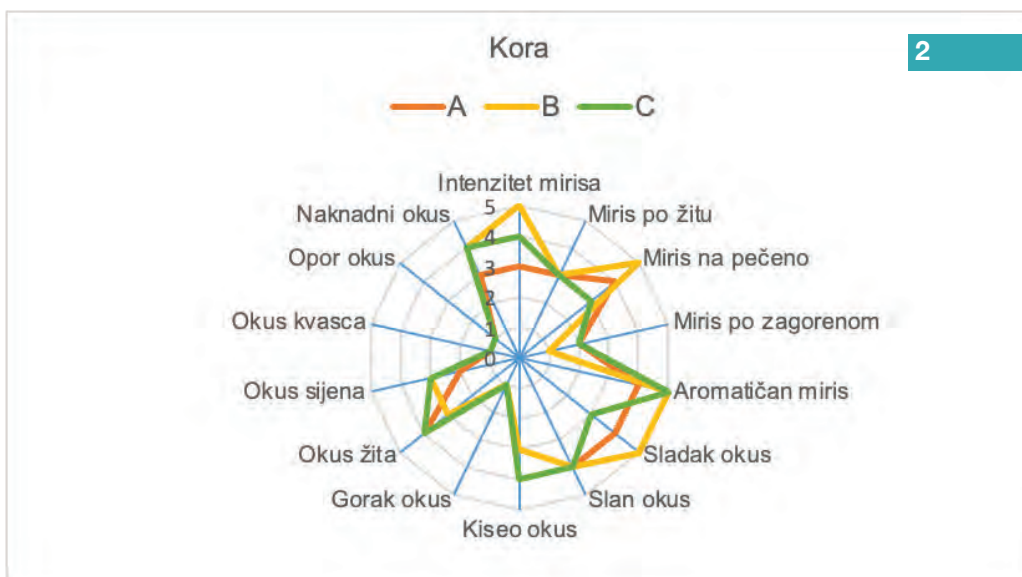
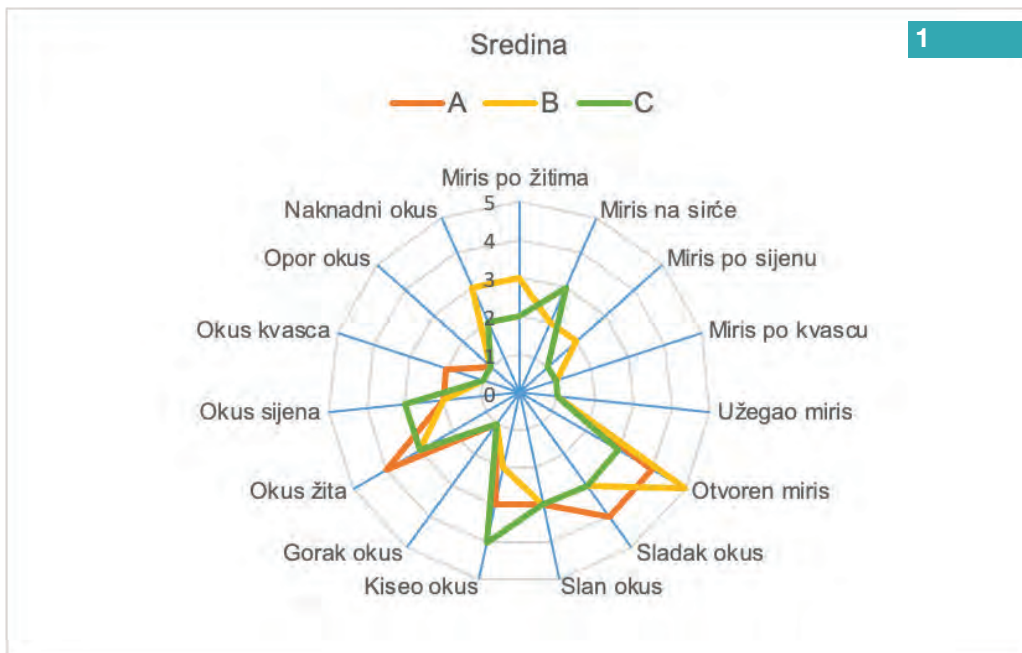


Tabela 9.5. Senzorni deskriptori za odvojeno opisivanje sredine i kore hljeba²⁷

	Sredina	Kora
Vanjski izgled	Intenzitet boje Nivo bijelog Gustoća/zbijenost Poroznost Pravilnost/ujednačenost strukture Homogenost	Intenzitet boje Svojsvenost boje Tonalitet boje (žuta/smeđa)
Miris	Po žitima Miris na sirće Po sijenu Po kvascu Užegao Otvoren	Intenzitet mirisa Po žitima Miris na pečeno Miris po zagorenom Aromatičan
Okus	Sladak Slan Kiseo Gorak Okus žita Okus sijena Okus kvasca Opor Naknadni okus	Sladak Slan Kiseo Gorak Okus žita Okus sijena Okus kvasca Opor Naknadni okus
Struktura	Elastična Stišljiva Deformirana Otpornost na žvakanje Površinska vlažnost Kompaktnost Kohezivnost Sočnost	Svojstvena Tvrdoća Mrvljivost Hrskavost Otpor odvajanju od sredine Količina zaostale sredine nakon odvajanja

Na okus i aromu hljeba, koji umnogome doprinose senzornom dojmu, utiče prisutnost isparljivih aromatskih komponenti koje nastaju tokom proizvodnje. Pod uticajem različitih temperatura mogu se prepoznati dva elementarna procesa razvoja arome: stvaranje okusa i arome sredine kada temperatura ne prelazi 100 °C, i okusa i arome kore kada temperatura dosegne 180 °C ili više. To je razlog različitih senzornih i fizičkih osobina kore i sredine hljeba, i u tom kontekstu čini se posve razumljivim odvojeno senzorno ocjenjivanje kore i sredine.

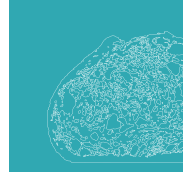
Na grafikonu 9.3 (1 i 2). prikazana je senzorna ocjena mirisa i okusa (1 do 5) posebno sredine i kore, tri vrste hljeba (A, B i C) sa kiselim tijestom, prema tabeli 9.2.



Grafikon 9.3. Senzorna ocjena mirisa i okusa sredine (1) i kore (2) tri uzorka hljeba (A, B i C) od kiselog tijesta prema indikatorima iz tabele 9.2. (Vlastiti izvor)

Nedostaci prikazivanja pomoću radara

Ovaj način prikazivanja rezultata Q.D.A. je pogodan kad se radi o manjem broju uzoraka, kada su rezultati jasno vidljivi i pregledni, te ih je lako porediti. Međutim, osnovni nedostatak prikazivanja je otežano predstavljanje statističkih parametara, kao što su standardna devijacija i oznake koje označavaju statistički značajne razlike ili korelacije



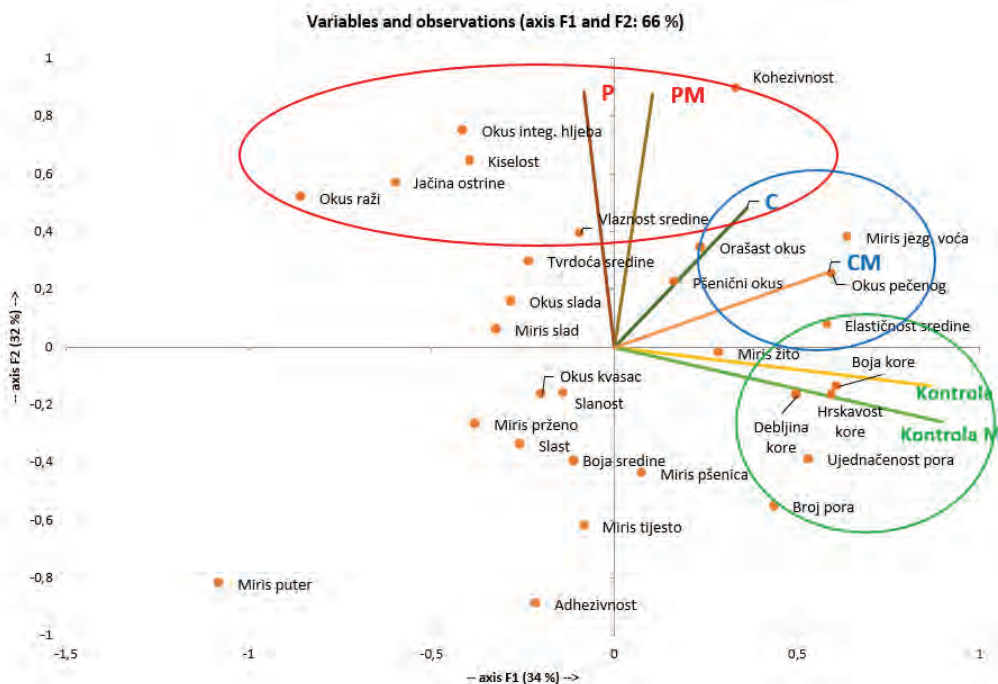
između uzoraka, kao što je već naglašeno. Dodatne oznake na grafikonu sa većim brojem uzoraka bi otežale razumijevanje rezultata i učinilo grafikon manje preglednim i nejasnim. Neki autori uz grafički prikaz rezultata na radaru daju i tabelu sa rezultatima statističke analize.

Također, kada se radi o složenijem dizajnu eksperimenta gdje je uključeno više različitih faktora koji utiču na senzornu analizu, ovakvo predstavljanje je praktično nemoguće. Naprimjer, kada se ispituje više efekata režima proizvodnje na uzorke različite prema sirovinskom sastavu, uticaj načina pečenja (tri varijante) na senzorne karakteristike uzoraka sa različitim udjelom kiselog tijesta i drugih dodataka, itd. Kod ovog eksperimenta očekivano se ispituje veći broj uzoraka, a prilikom tumačenja rezultata bitno je uzeti u obzir razlike senzornih svojstava između pojedinih uzoraka, što uveliko usložnjava prezentovanje rezultata, kao i njihovo razumijevanje i diskutovanje.

9.1.3.2. Prikazivanje rezultata Q.D.A. pomoću analize glavnih komponenti

Analiza glavnih komponenti (*Principal component analysis* – PCA) se ubraja u multivarijatnu statističku analizu koja se koristi za smanjenje kompleksnosti podataka i identifikaciju ključnih varijabli. Plotovi koji se dobiju kroz ovu analizu imaju odličan vizuelni efekat, te doprinose boljoj interpretaciji rezultata. Kroz ovakav grafički prikaz se može lako uočiti „kalup“ po kojem se raspoređuju uzorci, njihova sličnost i homogenost. Pored navedenog, prednost ovakvog načina predstavljanja rezultata je i u jednostavnoj identifikaciji izvora varijacije, kao i jasnom razdvajanju uzoraka po razlikama u nekom svojstvu.

Na grafikonu 9.4. predstavljen je primjer PCA analize koja je korištena za interpretaciju rezultata Q.D.A. metode 6 uzoraka hljeba. Uzorke su činili bijeli pšenični hljeb, hljeb sa dodatkom psilium ljuspica i hljeb sa dodatkom chia sjemenki, svi u varijanti sa i bez dodatka maslinovog ulja. Kao što je vidljivo na datom plotu, uzorci hljeba su se jasno grupisali u tri grupe (crveni, plavi i zeleni elipsoid i krugovi), i to prema osnovnim razlikama u svom sastavu (odsustvo ili dodatak psilium ljuspica i chia sjemenki). Nadalje, osim samog grupisanja uzoraka, moguće je vidjeti i po kojim senzornim svojstvima se ovi uzorci najviše odvajaju od drugih. Tako je npr. vidljivo da su kontrolni uzorci odlikovani uglavnom dobrim vanjskim izgledom i svojstvima sredine (ujednačenost pora, elastičnost sredine, broj bora, hrskavost i boja kore), što je i očekivano za ovu vrstu hljeba. Također, u pogledu mirisa, ovi uzorci su imali najviše izražen i očekivan miris same sirovine – žita, odnosno, pšenice. Uzorci hljeba sa dodatkom chia sjemenki su imali izražene odlike mirisa jezgrastog voća i orašast okus. Hljebovi sa psilium ljuspicama najviše podsjećali na integralni hljeb, te su se izdvajali po izraženijoj kiselosti, okusu integralnog hljeba i raži, kao i značajnoj kohezivnosti i vlažnošću sredine, što je očekivano budući da su ove ljuspice vrsta vlakana koja veže mnogo vode, a time direktno utiče na narastanje hljeba i zadržavanje vlage.


 Grafikon 9.4. PCA²⁸ plot senzorne ocjene uzoraka hljeba

Oznake: Kontrola – bijeli pšenični hljeb, P – hljeb sa dodatkom psilium ljuspica, C – hljeb sa dodatkom chia sjemenki; M – oznaka za dodatak maslinovog ulja (Vlastiti izvor)

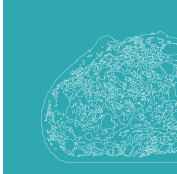
Nedostaci prikazivanja pomoću PCA

Iako PCA daje mnogo prednosti za korištenje, ona ipak ima određena ograničenja. Neka od njih, sa praktičnog stanovišta, je što je ova analiza podesnija za korištenje kada postoji veliki broj analiziranih uzoraka, dok to nije slučaju kod većeg broja uticajnih parametara, odnosno, senzornih deskriptora. Također, ovaj način predstavljanja rezultata ne uključuje prikaz standardnih devijacija, kao ni statističku značajnost razlika između uzoraka po nekom uticajnom faktoru.

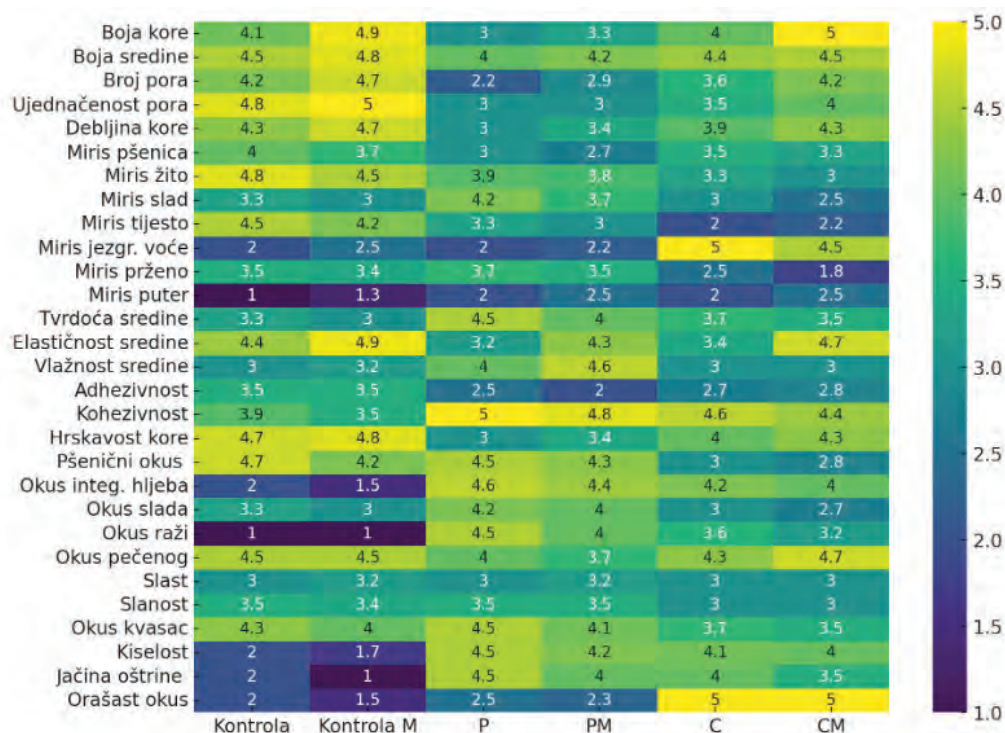
9.1.3.3. Prikazivanje rezultata Q.D.A. pomoću Heatmap grafikona

Heatmap je vizuelni prikaz podataka koji koristi boje za predstavljanje vrijednosti u matrici. Ovaj tip grafikona je posebno koristan za prikazivanje velikog broja podataka i prepoznavanje obrazaca, korelacija ili klastera u podacima. Odlike *Heatmap* grafikona se ogledaju u tom da se koristi matrica sa redovima i kolonama, pri čemu svaka ćelija sadrži vrijednost predstavljenu određenom bojom (sa ili bez same numeričke vrijednosti). Boje koje se koriste su predstavljene na skali koja može imati gradaciju (od tamne do svijetle) ili može imati određeni broj različitih boja. Najveće prednosti korištenja *Heatmap* grafikona se ogleda u efektnoj vizuelizaciji rezultata, lakom poređenju, identifikaciji klastera, odnosno sličnih uzoraka, prepoznavanju obrazaca u podacima, kao i za brzu identifikaciju visokih ili niskih vrijednosti koje odstupaju od drugih podataka.

28 StatBox 6.7 program (Grimmer Soft, Francuska)



U nastavku su na grafikonima prikazani rezultati Q.D.A. analize uzoraka hljeba predstavljeni pomoću *Heatmap* grafikona (sa i bez prikazanih brojčanih vrijednosti – dodijeljenih prosječnih senzornih ocjena i klastera). Uzorci hljeba su, kao i u slučaju PCA analize, kontrolni – bijeli pšenični hljeb, hljeb sa dodatkom psilium ljuspica (P) i sa dodatkom chia sjemenki (C), svi u varijanti bez i sa dodatkom maslinovog ulja (M).



Grafikon 9.5. Prikazivanje rezultata Q.D.A. pomoću *heatmap* grafikona sa brojčanim vrijednostima i bez klastera (Vlastiti izvor)

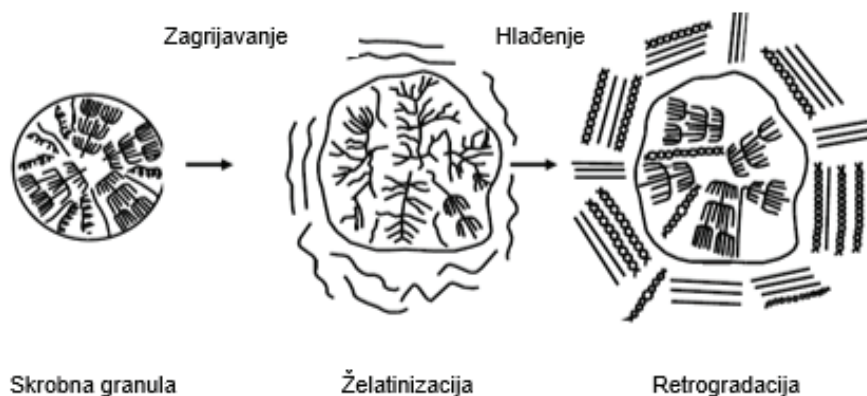
Nedostaci prikazivanja rezultata pomoću *Heatmap* grafikona

Osnovni nedostaci predstavljanja Q.D.A. rezultata pomoću *Heatmap* grafikona se ogledaju u tome što grafikon može postati „pretrpan“, manje informativan i težak za interpretaciju ukoliko postoji veliki broj podataka ili atributa. Ovaj tip predstavljanja je više kvalitativan i manje učinkovit kod kvantitativnih analiza, te ne prikazuje druge detalje statističke analize (standardnu devijaciju, rezultate multivarijatnih analiza i *post hoc* testova). Pored toga, izbor skale boja može uveliko uticati na interpretaciju, budući da ne mogu svi jednako percipirati boje (npr. ljudi sa sljepoćom za boje, daltonisti).

10. STARENJE HLJEBA

Starenje hljeba je složen proces koji uključuje više fizičko-hemijskih promjena, koje uzrokuju različita nepoželjna svojstva, kao što su povećanje čvrstoće, isušivanje sredine i promjene u kori. Stajanjem hljeba dolazi do migracije vlage iz sredine prema vanjskim dijelovima i kora postaje vlažna i smežurana. Istovremeno dolazi do isušivanja i gubitka arome, a u kasnijoj fazi i do promjene arome.

Pored toga, na proces starenja značajno utiču promjene na skrobu. Smatra se da je za povećanje čvrstoće, odnosno, za proces starenja pekarskih proizvoda na molekularnom nivou najodgovornija retrogradacija skroba, u prvom redu retrogradacija amilopektina iz potpuno amornog stanja, kakav se nalazi u svježem hljebu, u djelomično kristalno stanje (Slika 10.1). Međutim, bitna je i uloga drugih faktora kao što su gluten, lipidi, voda, neskrobni polisaharidi, itd.



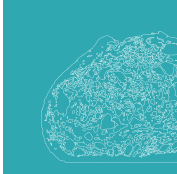
Slika 10.1. Shematski prikaz želatinizacije i retrogradacije skroba

Zapravo, promjene karakteristika hljeba započinju odmah nakon izlaska iz peći i uključuju sve procese osim mikrobiološkog kvarenja. One se očituju na okusu, kao i teksturi. Gubi se tipična aroma svježeg hljeba i vremenom se razvija 'ustajao' okus, dok se poželjna aroma i miris svježeg ispečenog hljeba gube. Što se tiče teksturnih promjena hljeba, primjećuje se da sredina postaje suha, tvrda i mrvljiva, dok kora gubi hrskavost i postaje mekana i kožasta.

Gubitak okusa i arome spada među najuočljivije nepoželjne promjene hljeba tokom čuvanja. Smatra se da je smanjenje prihvatljivosti hljeba tokom 5 dana skladištenja u korelaciji sa smanjenjem aldehida i povećanjem ketona.

10.1. Ispitivanje starosti hljeba prema AACC metodi

Ustajalost hljeba ili starenje procjenjuje se pomoću strukturirane ljestvice procjenjivanja s različitim stepenima intenziteta percipirane svježine/ustajalosti. Analizom rezultata dobija se kvantitativna procjena razlika između uzoraka. Procjena razlika temelji se na proizvoljnoj skali, koja odražava senzornu percepciju panela, a ne na stvarnim



nivoima fizičkih razlika među uzorcima. Ocjenjivači moraju biti obučeni za otkrivanje stepena svježine/starosti. U ovoj analizi je poželjno da učestvuje najmanje 16 obučenih ocjenjivača. Za odabir panela i studije stajanja koristi se skala ocjenjivanja (Tabela 10.1). Koristi se interval od 1 do 6, gdje najveća ocjena (6) predstavlja veoma svjež hljeb.

Tabela 10.1. Vrijednosti skale i opisni termini za ocjenjivanje stepena starenja hljeba

Vrijednosti	Termini za opis svježine/starosti hljeba – Stepem ustajalosti
6	Veoma svjež
5	Svjež
4	Slabo svjež
3	Slabo ustajao
2	Ustajao
1	Veoma ustajao

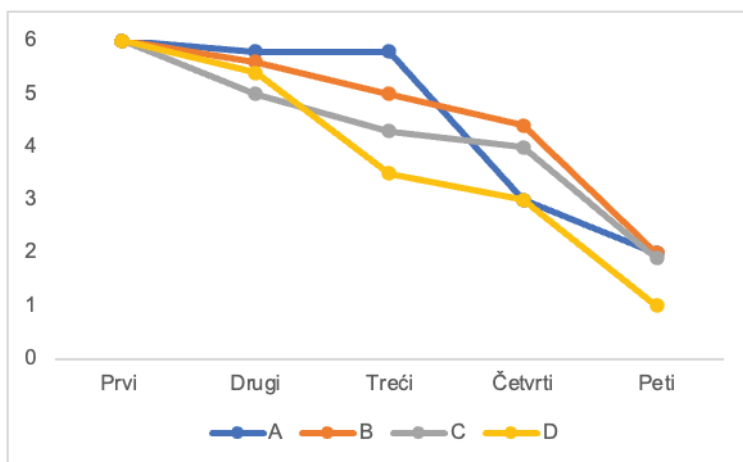
Način ocjenjivanja

Od odabranih i obučenih ocjenjivača se očekuje da ocijene uzorke na osnovu opipa prstima, mirisa, okusa i intenziteta arome, osjećaja u ustima ili na bilo koji drugi način na koji inače procjenjuju svježinu hljeba. U analizi se koriste ocjene od 1 do 6. Uzorci se zasebno ocjenjuju bez uporedbe s drugim uzorcima.

Način predstavljanja

Najjednostavniji prikaz rezultata senzorne analize starenja hljeba je grafički pomoću stubića ili linijski (Grafikon 10.1). Ovdje se predstavlja kretanje ocjena kroz vrijeme, najčešće 3 do 5 dana. Međutim, ukoliko se radi o uzorcima sa produženom trajnošću, ispitivanje će se obavljati u širem intervalu, npr. svake sedmice.

Kod ispitivanja hljeba sa kiselim tijestom senzorna analiza promjena na hljebu igra važnu ulogu u procjeni ukupnog kvaliteta.



Grafikon 10.1. Srednje vrijednosti senzorne ocjene stepena starenja četiri uzorka hljeba (A, B, C i D) u toku čuvanja tokom pet dana (N=16) (Vlastiti izvor)

Zapravo, promjene karakteristika hljeba započinju odmah nakon izlaska iz peći i uključuju sve procese osim mikrobiološkog kvarenja. One se očituju na okusu, kao i teksturi. Gubi se tipična aroma svježeg hljeba i vremenom se razvija 'ustajao' okus, dok se poželjna aroma i miris svježeg ispečenog hljeba gube. Što se tiče teksturnih promjena hljeba, primjećuje se da sredina postaje suha, tvrda i mrvljiva, dok kora postaje mekana i kožasta.

Na prikazanom grafikonu može se uočiti pad senzornog kvaliteta uzoraka u pogledu svježine i mogu se procijeniti razlike između uzoraka, odnosno, procijeniti koji uzorci brže stare. Značajne razlike između senzornih ocjena starenja između ispitivanih uzoraka određuju se odgovarajućom statističkom metodom.

Nedostaci metode

Prilikom procjene starenja pomoću ove metode dobiju se rezultati koji generalno opisuju promjene svježine hljeba tokom čuvanja uzoraka u zadatom periodu. Pojedinačni senzorni atributi, koji se značajno mijenjaju tokom čuvanja, se ne ocjenjuju, kao ni promjene kore i sredine hljeba ponaosob.

Uz to, za ovu analizu potrebno je odabrati ocjenjivače koji dalje moraju proći detaljnu obuku. Ukoliko ne postoji obučeni tim ocjenjivača za ovu vrstu senzornog ispitivanja, ovaj korak može usporiti i dodatno usložniti ispitivanje.

10.2. Ispitivanje starosti hljeba pomoću Q.D.A.

U cilju dobijanja preciznijih i detaljnijih rezultata, koji se prate u određenom vremenskom intervalu, Q.D.A. metoda može biti veoma pogodna. U tu svrhu ocjenjuju se atributi kore i sredine koji se vidno mijenjaju tokom čuvanja. Pored izgleda kore i elastičnosti sredine hljeba, značajne promjene se očituju kroz gubitak arome sredine i kore, kao i gubitak hrskavosti kore. Boja sredine i kore, kao i oblik hljeba, skoro da će ostati nepromijenjeni tokom stajanja.

Kod kreiranja deskriptora za procjenu starenja hljeba potrebno je uvrstiti i arome i okus koji se mogu naknadno pojaviti kao posljedica starenja. Različiti oblici arome koji karakterišu ustajalost definiraju se i usaglašavaju od strane članova panela. Kod ove senzorne analize svakako treba uzeti u obzir prirodne razlike između ispitivanih uzoraka koje zavise od sirovina, tehnološkog procesa i primjene poboljšivača.

LITERATURA

- [AACC] American Association of Cereal Chemists (2000). Approved methods of American Association of Cereal Chemists, 10th ed. St. Paul. Minnesota, USA.
- Begić, M., Smajić, M., Oručević, S. (2013). Examination of Bread Quality in Relation to Malt Flour Addition. Works of Faculty of Agriculture and Food Sciences, University of Sarajevo. Vol. LVIII, No.63/2. pp.115-125.
- Bijeljac, S., Toroman, A. (2008). Senzorna analiza. Interna skripta. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu. Sarajevo.
- Birch, A.N., Petersen, M.A., Arneborg, N., Hansen, A.S. (2013). Influence of commercial baker's yeasts on bread aroma profiles. Food Research International. 52:160-166. DOI: 10.1016/j.foodres.2013.03.011.
- Callejo, M.J. (2011). Present situation on the Descriptive Sensory Analysis of Bread. Journal of Sensory Studies 26:255-268
- Cho, I.H., Peterson, D.G. (2010). Chemistry of bread aroma: A review. Food Science and Biotechnology. 19:575-582. DOI: 10.1007/s10068-010-0081-3.
- Conte, P., Fadda, C., Piga, A., Collar, C. (2016). Techno-functional and nutritional performance of commercial breads available in Europe. Food Sci Technol Int. 22(7):621-633. doi:10.1177/1082013216637724. Epub 2016 Mar 17. PMID: 26993878.
- Curic, D., Novotni, D. Skevin, D., Rosell, C.M., Collar, C., Le Bail, A., Colic-Baric, I., Gabric, D. (2011). Design of a quality index for the objective evaluation the quality of breads: Application to wheat breads using selected bake-off technology for bread making." Food Research International. 41(7):714-719.
- Dallmann, H. (1969). Porentabelle Dallmann. In: H. Dallmann, Ed., Fortschritte der Getreideforschung, Verlag Moritz Schäfer, Detmold. pp. 2-8.
- Definition, application of sensory quality parameters and sensory lab requirements. Unit-9. Appears in Collections: Block 3 Sensory Evaluation. <https://egyankosh.ac.in/handle/123456789/9635> (Pristup: juni, 2024).
- Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft. (1987). DLG-Prüfbestimmungen für Brot und Feine Backwaren Zimmerweg 16, D-6000 Frankfurt am Main 1.
- Filipović, N., Filipović, J., Šoronja Simović, D. (2005). Metoda mikropečenja hleba – Mogućnosti, prednosti i nedostaci. PTEP 9. pp. 1-2.
- Gellynck, X., Kühne, B., Van Bockstaele, F., Van de Walle, D., Dewettinck, K. (2008). Consumer Perception of Bread Quality. Belgium: 12th Congress of the European Association of Agricultural Economists – EAAE 2008.

- Grujić, S., Spaho, N. (2010). Potrebe potrošača i kvalitet prehrambenih proizvoda. Univerzitet u Sarajevu Poljoprivredno-prehrambeni fakultet.
- Heenan, S.P., Dufour, J-P., Nazimah, N., Harvey, W., Delahunty, C.M. (2008). The sensory quality of fresh bread: Descriptive attributes and consumer perceptions. *Food Research International*. 41(10):989-997.
- Heenan, S.P., Hamid, N., Dufour, J.P., Harvey, W., Delahunty, C.M. (2009). Consumer freshness perceptions of breads, biscuits and cakes. *Food Quality and Preference*. (20):380-390.
- Heinio, R-L. (2006). Sensory attributes of bakery products. In: Hui YH, editor. *Bakery Products: Science and Technology*. Iowa, USA: Blackwell Publishing Professional. pp. 285-289.
- Heitmann, M., Zannini, E., Axel, C., Arendt, E. (2017). Correlation of Flavor Profile to Sensory Analysis of Bread Produced with Different *Saccharomyces cerevisiae* Originating from the Baking and Beverage Industry. *Cereal Chem*. 94(4):746–751
- Hersleth, M., Berggren, R., Westad, F., Martens, M. (2006). Perception of Bread: A Comparison of Consumers and Trained Assessors. *Journal of Food Science* 70(2):95-101
- Hirano, K, Tanaka Y, Kamimura, S, Suzaki I, Suzuki, E, Kobayashi H. (2022). A 32-Year-Old Man with Persistent Olfactory Dysfunction Following COVID-19 Whose Recovery Was Evaluated by Retronasal Olfactory Testing. *Am J Case Rep*. 12;23:e936496. doi: 10.12659/AJCR.936496.
- ISO Standards. <https://www.iso.org/home.html> (pristup juni, 2024)
- Kaluđerski, G., Filipović, N. (1998). Metode ispitivanja kvaliteta žita, brašna i gotovih proizvoda. Tehnološki fakultet, Zavod za tehnologiju žita i brašna. Novi Sad, Srbija
- Kilcast, D. (2010). *Sensory analysis for food and beverage quality control*, 1. izd., Woodhead Publishing, UK, str. 75-140.
- Kulp, K., Ponte, Jr., J., G. (2000). *Breads and Yeast-Leavened Bakery Foods*. Ur. Kulp K, Klaus L. *Handbook of Dough Fermentations*. Marcel Dekker. Inc, New York, USA.
- Lasekan, O., Dabaj, F. (2020). Characterization of the key aroma constituents in fry breads by means of the Sensomics concept. *Food*. 9(8):1129. DOI: 10.3390/foods9081129.
- Lassoued, N., Delarue, J., Launay, B., Michon, C. (2008). Baked product texture: Correlations between instrumental and sensory characterization using Flash Profile. *Journal of Cereal Science*. 48(1):133-143
- Lawless, HT., Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: principles and*

practices, 2nd edition. New York, NY. Chapman&Hall; Press.

- Le Bail, A., Monteau, J.Y., Margerie, F., Lucas, T., Chargelegue, A., Reverdy, Y. (2005). Impact of selected process parameters on crust flaking of frozen partly baked dough. *Journal of Food Engineering*. 69(4):503-509.
- Lotong, V., Chambers, E., Chambers, D. (2007). Determination of the sensory attributes of sourdough bread. *Journal of Sensory Studies*. 15(3):309 – 32.
- Martinez-Anaya, MA. (2003). Associations and Interactions of Microorganisms in Dough Fermentations: Effects on Dough and Bread Characteristic. Ur. Kulp K, Klaus L. *Handbook of Dough Fermentations*. Marcel Dekker. Inc, New York, USA.
- Matos, M.E., Rosell, C.M. (2012). Relationship between instrumental parameters and sensory characteristics in 2 gluten-free breads. *European Food Research and Technology*. Publisher: Springer Science and Business Media LLC
- Meilgaard, M., Civille, G.V., Carr, B.T. (2007). *Sensory Evaluation Techniques* (4. izd.), CRC Press Taylor & Francis Group, Boca Raton/London/New York.
- Muresan, C., Stan, L., Man, M., Scrob, S., Muste, S. (2012). Sensory evaluation of bakery products and its role in determining of the consumer preferences. *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*. 18(4), 304-306
- Oras, A., Oručević Žuljević, S. (2024). Metode za analizu žita, brašna, pekarskih proizvoda i tjestenine. *Praktikum*. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerzitet u Sarajevu. Sarajevo.
- Oras, A., Softić, A., Akagić, A., Čorbo, S., Žuljević, S.O. (2022). Improving the Quality of Wheat Bread by Using Chia (*Salvia hispanica* L.) Seeds and Psyllium (*Plantago ovata*) Husk. In: Brka, M., *et al.* 10th Central European Congress on Food. CE-Food 2020. Springer, Cham.
- Oručević S. (2010). Fermentacija u proizvodnji hljeba. Ur. Spaho, N. *Fermentirani proizvodi*. p. 193-279. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerzitet u Sarajevu. Sarajevo.
- Oručević Žuljević S, Spaho N. Bread Aroma and Flavour Creation Factors [Internet]. *The Science of Fermentation [Working Title]*. IntechOpen; 2024. Available from: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.115114>
- Oručević Žuljević, S. (2016). Faktori kvaliteta pšeničnog brašna. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet Univerziteta u Sarajevu. Sarajevo, Bosna i Hercegovina.
- Oručević, S. (2007): Svojstva i kompozicija pšeničnog glutena u odnosu na karakteristike slobodno pečenog hljeba od različitih tipova brašna. *Doktorska disertacija*. Univerzitet u Sarajevu. Poljoprivredno-prehrambeni fakultet.
- Österle N. (2019) *Mikro-backversuch*. Anleitung und Erläuterungen. Izdavač: KÖN.

Dostupno na: https://www.cultivari.de/fileadmin/user_upload/Projekte/Weizen/Handbuch_Mikrobackversuch.pdf (pristup mart, 2024).

- Pestorić, M., Pojić, M., Sakač, M., Mastilović, J., Šimurina, O., Filipčev, B., Živančev, J. (2012). Selection of Optimal Sensory Properties for the Recognition of Wholemeal Bread. *International Journal of Food Properties*, 15:748–757.
- Pico, J., Bernal, J., Gomez, M. (2015). Wheat bread aroma compounds in crumb and crust. A review. *Food Research International*. 75:200-215. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.05.051.
- Pravilnik o pekarskim proizvodima. Službeni glasnik BiH. 2010. No. 77. p. 265-267.
- Pu, D., Zhang, H., Zhang, Y., Sun, B., Ren, F., Chen, H. (2019). Characterization of the key aroma compounds in white bread by aroma extract dilution analysis, quantitation, and sensory evaluation experiments. *Journal of Food Processing and Preservation*. e13933. DOI: 10.1111/jfpp.13933.
- Pyler, E.J. (1988). *Baking Science and Technology*. 3rd Ed., Sosland Publishing, Kansas City, MO.
- Rašević, V., Vranac, A., Oručević Žuljević, S. (2018). Impact of sourdough addition on the bread quality. *Works of the Faculty of Agriculture and Food Sciences*. 62:401-410.
- *Sensory Analysis Handbook*. (2018). Enhancing YOUTH (18-26) Employability in Bakery Sector. 201 7-1-TR01-KA205-039233. Sensory-Assessment-ENGPDF (ec.europa.eu)
- Sidel, J.L., Bleibaum, R.N., Clara Tao, K.W. (2018). Quantitative Descriptive Analysis. Chapter 8. In *Descriptive Analysis in Sensory Evaluation*. Ur. Kemp S.E., Hort, J., Hollowood, T. First Edition. John Wiley & Sons Ltd.
- StatInvestor. Europe: bread and bakery consumption volume per capita. 2021. Dostupno: <https://statinvestor.com/data/4794/europe-bread-and-bakery-consumption-volume-per-capita/> (pristup decembar, 2023).
- Stone H., Bleibaum, R.N., Thomas, H. (2012). *Sensory Evaluation Practices*. 4th ed. San Diego, CA. Elsevier Academic Press.
- Stone, H., Sidel, J.L. (1993). *Sensory Evaluation Practices*. Academic Press, San Diego, CA.
- Stone, H., Sidel, J.L., Oliver, S., Woolsey, A., Singleton, R.C. (1974). Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. *Food Technol*. 28 (11).
- Szczesniak, A.S. (2002). Texture is a sensory property. *Food Quality and Preferences*, 13, 215-225.

- Tar, D., Živadinović, T., Novaković, A., Kostić, N. Senzorska analiza proizvoda: Definicija, dobra laboratorijska praksa, provera čulne osetljivosti. Modul IV, Sesija 1. https://giakademija.rs/wp-content/uploads/Prezentacija-M4S1_2020.pdf (pristup mart, 2024).
- Tehnologija hrane. Defekti i kvarovi hleba. <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/defekti-i-kvarovi-hleba> (Pristup juni, 2024).
- Wirtz, R.L. (2003). Improving the taste of bread. In: Cauvain SP, editor. Bread Making – Improving Quality. Woodhead Publishing Limited and CRC Press; pp. 467-486.



PRILOZI

Prilog 1. ISO standardi

	ISO standardi	Naziv standarda
Opšti	ISO 3972:2011	Metodologija – Opšti vodić
	ISO 5492:2008	Senzorna analiza – Vokabular
	ISO 5497:1982	Senzorna analiza - Metodologija - Smjernice za pripremu uzoraka za koje nije moguća direktna senzorna analiza
Ocjenjivači	ISO 8586:2012	Senzorna analiza - Opće smjernice za odabir, obuku i praćenje ocjenjivača 1. dio: Odabrani ocjenjivači
	ISO 8586-2:2008	Senzorna analiza - Opće smjernice za odabir, obuku i praćenje procjenitelja 2. dio: Eksperti
	ISO 5496:2006	Senzorna analiza - Metodologija - Pokretanje i obuka ocjenjivača u detekciji i prepoznavanju mirisa
Pojedina svojstva	ISO 3972:2011	Senzorna analiza – Metodologija – Metoda ispitivanja osjetljivosti okusa
	ISO 11036:2020	Senzorna analiza – Metodologija – Profil teksture
	ISO 13301:2018	Senzorna analiza – Metodologija – Opšte smjernice za mjerenje pragova detekcije mirisa, arome i okusa prema 3-AFC (three-alternative forced-choice) proceduri
	ISO 13302:2003	Senzorna analiza – Metode za procjenu promjena arome prehrambenih proizvoda uzrokovanih pakiranjem
	ISO 11037:2011	Senzorna analiza – Opšte smjernice i metode ispitivanja za ocjenu boje hrane
	ISO 6564:1985 (Povučen)	Senzorna analiza – Metodologija – Metode profila arome

	ISO standardi	Naziv standarda
Testovi	ISO 4120:2021	Senzorna analiza – Metodologija – Test trougla
	ISO 4121:2003	Senzorna analiza – Metodologija – Smjernice za korištenje kvantitativnih skala odgovora
	ISO 5495:2005	Senzorna analiza – Metodologija – Parni komparacijski test
	ISO 8587:2006	Senzorna analiza – Metodologija – Rangiranje
	ISO 8588:2017	Senzorna analiza – Metodologija – Test „A“ nije „A“
	ISO 10399:2017	Senzorna analiza – Metodologija – Duo-trio test
	ISO 11035:1994	Senzorna analiza – Identifikacija i izbor deskriptora za uspostavljanje senzornog profila višedimenzionalnim pristupom
	ISO 11056:2021	Senzorna analiza – Metodologija – Metoda procjene magnitude
	ISO 13299:2016	Senzorna analiza – Metodologija – Opšte upute za uspostavljanje senzornog profila
	ISO 16820:2019	Senzorna analiza – Metodologija – Sekvencijalna analiza

Prilog 2. Korekcija mase brašna na 14% vlage zavisno od sadržaja vlage za 50 i 300 g²⁹

Sadržaj vlage %	Masa brašna jednaka za:		Sadržaj vlage %	Masa brašna jednaka za:	
	300 g	50 g		300 g	50 g
9.0	283.5	47.3	13.6	298.6	49.8
9.1	283.8	47.3	13.7	299.0	49.8
9.2	284.1	47.4	13.8	299.3	49.9
9.3	284.5	47.4	13.9	299.7	49.9
9.4	284.8	47.5	14.0	300.0	50.0
9.5	285.1	47.5	14.1	300.3	50.1
9.6	285.4	47.6	14.2	300.7	50.1
9.7	285.7	47.6	14.3	301.1	50.2
9.8	286.0	47.7	14.4	301.4	50.2
9.9	286.3	47.7	14.5	301.8	50.3
10.0	286.7	47.8	14.6	302.1	50.4
10.1	287.0	47.8	14.7	302.5	50.4
10.2	287.3	47.9	14.8	302.8	50.5
10.3	287.6	47.9	14.9	303.2	50.5
10.4	287.9	48.0	15.0	303.5	50.6
10.5	288.3	48.0	15.1	303.9	50.6
10.6	288.6	48.1	15.2	304.2	50.7
10.7	288.9	48.2	15.3	304.6	50.8
10.8	289.2	48.2	15.4	305.0	50.8
10.9	289.6	48.3	15.5	305.3	50.9
11.0	289.9	48.3	15.6	305.7	50.9
11.1	290.2	48.4	15.7	306.0	51.0
11.2	290.5	48.4	15.8	306.4	51.1
11.3	290.9	48.5	15.9	306.8	51.1
11.4	291.2	48.5	16.0	307.1	51.2
11.5	291.5	48.6	16.1	307.5	51.3
11.6	291.9	48.6	16.2	307.9	51.3
11.7	292.2	48.7	16.3	308.2	51.4
11.8	292.5	48.8	16.4	308.6	51.4
11.9	292.8	48.8	16.5	309.0	51.5
12.0	293.2	48.9	16.6	309.4	51.6
12.1	293.5	48.9	16.7	309.7	51.6
12.2	293.8	49.0	16.8	310.1	51.7
12.3	294.2	49.0	16.9	310.5	51.7
12.4	294.5	49.1	17.0	310.8	51.8
12.5	294.9	49.1	17.1	311.2	51.9
12.6	295.2	49.2	17.2	311.6	51.9
12.7	295.5	49.3	17.3	312.0	52.0
12.8	295.9	49.3	17.4	312.3	52.1
12.9	296.2	49.4	17.5	312.7	52.1
13.0	296.6	49.4	17.6	313.1	52.2
13.1	296.9	49.5	17.7	313.5	52.2
13.2	297.2	49.5	17.8	313.9	52.3
13.3	297.6	49.6	17.9	314.3	52.4
13.4	297.9	49.7	18.0	314.6	52.4
13.5	298.3	49.7			

Prilog 3. Obrazac za probno pečenje uzoraka hljeba prema metodi probnog pečenja na Poljoprivredno-prehrambenom fakultetu Univerziteta u Sarajevu.

Šifra uzorka	
Vrsta i tip brašna	
Porijeklo uzorka brašna	
Datum	
Voditelj probnog pečenja	

	Karakteristike	Vrijednost/Opis
Receptura	Količina brašna (g na 14% vlage)	
	Granulacija brašna (% iznad 250 mikrona)	
	Količina dodate vode (ml)	
	Temperatura vode (C°)	
	So (g)	
	Saharoza (g)	
	Kvasac – vrsta i količina (g)	
	Prethodna priprema kvasca – opis	
	Askorbinska kiselina (g)	
Zamjes	Trajanje (min)	
	Masa tijesta (g)	
	Temperatura tijesta (C°)	
	pH tijesta	
Odmaranje	Temperatura na kraju odmaranja (C°)	
	pH na kraju odmaranja	

	Karakteristike	Vrijednost/Opis
Premjesivanje i odvaga	Vizualni izgled tijesta – opis	
	Mase odvaganih komada (g)	1. _____ 2. _____ 3. _____
1. Fermentacija	Temperatura tijesta na početku 1. fermentacije (C ^o)	
	pH tijesta na početku 1. fermentacije	
	Temperatura tijesta na kraju 1. fermentacije (C ^o)	
	pH tijesta na kraju 1. fermentacije	
	Vizuelni pregled tjestenih komada – opis	
Premjesivanje	Vizuelni pregled tjestenih komada – opis	
2. Fermentacija	Temperatura tijesta na početku 2. fermentacije (C ^o)	
	pH tijesta na početku 2. fermentacije	
	Temperatura tijesta na kraju 2. fermentacije (C ^o)	
	pH tijesta na kraju 2. fermentacije	
	Vizuelni pregled tjestenih komada – opis	

Nastavak priloga 3

Pečenje	Temperatura peći po fazama 1. i 2. faza (C°) i trajanje (min)	1. faza _____ 2. faza _____
	Trajanje pečenja ukupno (min)	
	Masa gotovih uzoraka nakon pečenja (g)	1. _____ 2. _____ 3. _____
Hlađenje	Vrijeme hlađenja (min)	
	Temperatura prostorije (C°)	
	Masa gotovih uzoraka nakon hlađenja (g)	1. _____ 2. _____ 3. _____

Prilog 4. Raspored prezentacije uzoraka za test trougla³⁰

Redni broj	Redosljed prezentacije	Redni broj	Redosljed prezentacije
01.	AAB	21.	BBA
02.	ABA	22.	AAB
03.	ABB	23.	ABA
04.	BAA	24.	ABB
05.	BAB	25.	BAA
06.	BBA	26.	BAB
07.	AAB	27.	BBA
08.	ABA	28.	ABB
09.	ABB	29.	ABA
10.	BBA	30.	AAB
11.	BAB	31.	BAB
12.	BAA	32.	BBA
13.	ABB	33.	BAB
14.	ABA	34.	ABB
15.	AAB	35.	ABA
16.	BBA	36.	AAB
17.	BAB	37.	AAB
18.	BAA	38.	ABA
19.	BAA	39.	ABB
20.	BAB	40.	BAA

³⁰ Prilagodeno po Ston i Sidel, 1993

Prilog 5. Minimalni broj tačnih odgovora za utvrđivanje statističke značajnosti na različitim nivoima vjerovatnoće za test trougla³¹

Broj procjena	Nivo vjerovatnoće -p		Broj procjena	Nivo vjerovatnoće -p	
	0,05	0,01		0,05	0,01
5	4	5	31	16	18
6	5	6	32	16	18
7	5	6	33	17	18
8	6	7	34	17	19
9	6	7	35	17	19
10	7	8	36	18	20
11	7	8	37	18	20
12	8	9	38	19	21
13	8	9	39	19	21
14	9	10	40	19	21
15	9	10	41	20	22
16	9	11	42	20	22
17	10	11	43	20	23
18	10	12	44	21	23
19	11	12	45	21	24
20	11	13	46	22	24
21	12	13	47	22	24
22	12	14	48	22	25
23	12	14	49	23	25
24	13	15	50	23	26
25	13	15	60	27	30
26	14	15	70	31	34
27	14	16	80	35	38
28	15	16	90	38	42
29	15	17	100	42	45
30	15	17			

Prilog 6. Ocjene za pojedine osobine hljeba

Osobina	Broj bodova	Zahtjev
Spoljni izgled	5	Oblik pravilan, boja i sjaj kore ujednačeni i svojstveni tipu hljeba, hljeb bez mjehura i pukotina.
	4	Oblik djelomično nepravilan – malo spljošten, boja kore jedva primjetno neujednačena, ali svojstvena tipu hljeba, hljeb bez mjehura i pukotina
	3	Oblik djelomično nepravilan, neznatno spljošten, malo deformiran, boja kore primjetno neujednačena, hljeb bez mjehura i pukotina
	2	Oblik nepravilan – spljošten, malo nagnječen, boja kore neujednačena s pojavom bljediš pjega ili jače obojenim mjestima, s djelomičnom pojavom mjehura i pukotina s jedne strane
	1	Oblik nepravilan – vrlo spljošten, znatno deformiran, negnječen, kora nepečena, nagorjela ili ugljenizirana, kora s ostacima ugljena, bez sjaja, s izrazitom pojavom mjehura i pukotina s obje strane
Izgled sredine	5	Boja sredine ujednačena, svojstvena vrsti hljeba, sredina potpuno povezana s korom, odlične elastičnosti (Dh = 0 mm), dobro ispečena (nije gnjecava), bez grudica soli i brašna, vodenastih prstenova i slaninastih slojeva, dobro ispečena.
	4	Boja sredine jedva primjetno neujednačena, svojstvena vrsti hljeba, sredina potpuno povezana s korom, elastičnost vrlo dobra (Dh = od 1 do 3 mm), dobro ispečena (nije gnjecava), bez grudica soli i brašna, vodenastih prstena i slaninastih slojeva.
	3	Boja sredine primjetno neujednačena, svojstvena vrsti hljeba, kora odvojena od sredine na duljini od 20 mm, elastičnost dobra (Dh = od 4 do 7 mm), sredina malo vlažna, bez grudica soli i brašna, vodenastih prstenova i slaninastih slojeva.
	2	Boja sredine neujednačena, malo tamnija od određene vrste hljeba, kora odvojena od sredine na udaljenosti od 30 mm, elastičnost zadovoljava (Dh = od 8 do 10 mm), sredina malo gnjecava, s jednom do dvije grudice soli i brašna, s uskim vodenastim prstenima, ali bez slaninastih slojeva.
	1	Boja sredine neujednačena, znatno tamnija od određene vrste hljeba, kora odvojena od sredine na udaljenosti većoj od 30 mm, elastičnost ne zadovoljava (Dh = 10 mm), sredina gnjecava, s tri ili više grudice soli i brašna, s vodenastim prstenima i slaninastim slojem.

Nastavak priloga 6

Miris kore i sredine	5	Miris vrlo izražen, ugodan, svojstven vrsti hljeba.
	4	Miris izražen, ugodan, svojstven vrsti hljeba.
	3	Miris slabo izražen, svojstven vrsti hljeba, s blagim mirisom na kvasac.
	2	Miris nedovoljno izražen, svojstven vrsti hljeba, s izraženim mirisom na kvasac.
	1	Miris nije svojstven vrsti hljeba (miris na plijesan, neprijatan miris na kvasac, strani miris).
Okus kore i sredine	5	Okus vrlo izražen, ugodan, svojstven vrsti hljeba, topljivost kore i sredine izvrsni (kora nije tvrda i žilava, a sredina se ne lijepi i ne mrvi).
	4	Okus izražen, ugodan, svojstven vrsti hljeba, topljivost kore i sredine vrlo dobra (kora malo tvrda, a sredina se ne lijepi i ne mrvi).
	3	Okus slabo izražen, svojstven vrsti hljeba, topljivost kore i sredine dobra (kora malo tvrda ili žilava, a sredina se malo lijepi ili malo mrvi).
	2	Okus nedovoljno izražen, svojstven vrsti hljeba, malo neslan ili preslan, topljivost kore i sredine zadovoljava (kora žilava ili pretvrda, a sredina se lijepi ili mrvi).
	1	Okus nije svojstven vrsti hljeba (vrlo kiseo, preslan, gorak, bljutav, miris na plijesan, strani miris), topljivost kore i sredine nezadovoljavajuća (kora suviše tvrda ili žilava, a sredina se jako lijepi ili mrvi).

Prilog 7. Brojčane vrijednosti za volumen hljeba zavisno od mase i vrste

Vrsta hljeba Ocjena	Bijeli hljeb od brašna tipa 500	Polubijeli hljeb od brašna tipa 800	Crni hljeb od brašna tipa 1100
Masa od 2 kg			
5 – Odličan	više od 5300	više od 5150	više od 4850
4 – Vrlo dobar	od 5001 do 5300	od 4851 do 5150	od 4551 do 4850
3 – Dobar	od 4701 do 5500	od 4551 do 4850	od 4251 do 4550
2 – Zadovoljava	od 4401 do 4700	od 4251 do 4550	od 3951 do 4250
1 – Ne zadovoljava	manje od 4401	manje od 4251	manje od 3951
Masa od 1 kg			
5 – Odličan	više od 3500	više od 3400	više od 3200
4 – Vrlo dobar	od 3301 do 3500	od 3201 do 3400	od 3001 do 3200
3 – Dobar	od 3101 do 3300	od 3001 do 3200	od 2801 do 3000
2 – Zadovoljava	od 2901 do 3100	od 2801 do 3000	od 2601 do 2800
1 – Ne zadovoljava	manje od 2901	manje od 2801	manje od 2601
Masa od 0,8 kg			
5 – Odličan	više od 2900	više od 2800	više od 2650
4 – Vrlo dobar	od 2701 do 2900	od 2601 do 2800	od 2451 do 2650
3 – Dobar	od 2501 do 2700	od 2401 do 2600	od 2251 do 2450
2 – Zadovoljava	od 2301 do 2500	od 2201 do 2400	od 2051 do 2250
1 – Ne zadovoljava	manje od 2301	manje od 2201	manje od 2051
Masa od 0,75 kg			
5 – Odličan	više od 2750	više od 2650	više od 2500
4 – Vrlo dobar	od 2551 do 2750	od 2451 do 2650	od 2301 do 2500
3 – Dobar	od 2351 do 2550	od 2251 do 2450	od 2101 do 2300
2 – Zadovoljava	od 2151 do 2350	od 2051 do 2250	od 1001 do 2100
1 – Ne zadovoljava	manje od 2151	manje od 2051	manje od 1091
Masa od 0,5 kg			
5 – Odličan	više od 2310	više od 2250	više od 2500
4 – Vrlo dobar	od 2181 do 2310	od 2111 do 2250	od 2301 do 2500
3 – Dobar	od 2051 do 2180	od 1981 do 2110	od 2101 do 2300
2 – Zadovoljava	od 1911 do 2050	od 1851 do 1980	od 1001 do 2100
1 – Ne zadovoljava	manje od 1911	manje od 2051	manje od 1091

