

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET

Dragana M. Paunović

**OPTIMIZACIJA TEHNOLOŠKOG POSTUPKA
PROIZVODNJE SENFA SA STANOVIŠTA
STVARANJA AROMATSKOG KOMPLEKSA**

doktorska disertacija

Beograd, 2012

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE

Dragana M. Paunović

**OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS
OF MUSTARD PRODUCTION FROM THE
ASPECT OF THE AROMATIC COMPLEX
FORMATION**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2012

Mentor:

dr Mališa Antić, vanredni profesor,
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Članovi komisije:

dr Branislav Zlatković, redovni profesor,
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

dr Slavica Jelačić, vanredni profesor,
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

dr Tatjana Šolević-Knudsen, naučni saradnik,
Univerzitet u Beogradu, Institut za hemiju,
tehnologiju i metalurgiju - Centar za hemiju

dr Branka Bukvić, vanredni profesor u penziji,
Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet

Datum odbrane:

Zahvaljujem se mentoru prof. dr Mališi Antiću na pomoći tokom osmišljavanja eksperimenta i svim sugestijama tokom izrade doktorske disertacije.

Zahvaljujem se prof. dr Branislavu Zlatkoviću koji mi je svojim savetima pomogao u rešavanju svih nedoumica tokom izvođenja eksperimenta, tumačenja rezultata i pisanja rada.

Zahvaljujem se prof. dr Slavici Jelačić koja me je uvela u oblast lekovitog, aromatičnog i začinskog bilja i svojim savetima mi probudila želju da nastavim istraživanja o primeni bilja u prehrambenoj industriji.

Zahvaljujem se dr Tatjani Šolević-Knudsen koja mi je svesrdno pomogla pri izvođenju hemijskog dela eksperimenta i koja me je naučila, pored ostalog, da su preciznost i konkretnost najbolja osnova svakog naučnog rada.

Zahvaljujem se prof. dr Branki Bukvić koja mi je svojim sugestijama pomogla u formulaciji tehnološkog dela eksperimenta i koja je svaku moju nedoumicu uspela da reši razložnim tumačenjem rezultata, spojem teorije i prakse.

Takođe, neizmernu zahvalnost dugujem g-dinu Stanku Tomoviću koji mi je omogućio izradu tehnološkog dela doktorskog rada u fabrici "Vital" i kolegi i prijatelju Stanislavu Bizjaku čije iskustvo u industrijskoj proizvodnji senfa mi je umnogome olakšalo eksperiment i rešilo mnoge nedoumice tokom tehnološkog postupka proizvodnje.

Zahvaljujem se i kolegamicama iz fabrike "Vital", Mirjani Grujić i Slađani Ratković, koje su mi u svakom trenutku izlazile u susret.

Zahvaljujem se svim kolegama sa Instituta za prehrambenu tehnologiju i biohemiju koji su mi na bilo koji način pomogli u izvođenju ovog rada.

Najveću zahvalnost dugujem članovima svoje porodice koji su me neizmerno podržavali i bodrili u svakom trenutku.

"Bajka bez ljubavi je meso bez senfa, bezukusan obrok"
Anatole France

UNIVERZITET U BEOGRADU
POLJOPRIVREDNI FAKULTET
Beograd-Zemun

**OPTIMIZACIJA TEHNOLOŠKOG POSTUPKA PROIZVODNJE
SENFSA SA STANOVIŠTA STVARANJA AROMATSKOG
KOMPLEKSA**

Re z i m e

Moderna prehrambena industrija se poslednjih decenija temelji na proizvodnji hrane koja je nutritivno vredna i koja svojim funkcionalnim svojstvima obezbeđuje pozitivan uticaj na zdravlje ljudi. Senf nije samo začim kojim se obogaćuju ukus i miris mnogim jelima, već je namirnica koja umnogome poboljšava metabolički sistem organizma i koja svojim komponentama doprinosi prevenciji nekih bolesti.

U okviru ove doktorske disertacije optimizovan je tehnološki postupak proizvodnje četiri vrste senfa sa aspekta stvaranja aromatskog kompleksa. Proizvedeni su blagi senf, senf sa začimskim biljem, senf za roštilj i senf sa čilijem. Pre početka proizvodnje urađena su mikrobiološka ispitivanja sirovina koje ulaze u sastav receptura i kontrola kvaliteta suncokretovog ulja koje je komponenta u proizvodnji senfa. Svaki od ova četiri uzorka je dobijen nakon ispitivanja niza probnih receptura, korigovanjem ukusa, mirisa, boje i konzistencije uz senzorno ocenjivanje stručnog tima degustatora. Najbolji uzorci su senzorno ocenjivani i u odnosu na iste vrste senfa koji se mogu naći na domaćem tržištu. Senzorno ocenjivanje je obavljeno na osnovu deskriptivnog analitičkog bod sistema. Rezultati su statistički obrađeni.

Na svim uzorcima su urađena fizičko-hemijska, mikrobiološka ispitivanja, kao i fizičko-hemijska ispitivanja kontaminanata (sadržaj ostataka pesticida, teških metala i mikotoksina) i određena je energetska vrednost uzorka.

Svi rezultati su pokazali da su uzorci četiri vrste senfa u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za senf, Pravilnikom o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine, Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu i Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama.

Eksperiment je imao za cilj da se izvrši analiza degradacionih produkata sinalbina u proizvedenom blagom senfu. Uzorci su ekstrahovani u Soxhlet-ovom sistemu, a potom analizirani metodama gasne hromatografije-masene spektrometrije. Rezultati su poređeni sa rezultatima mlevenog semena bele slačice koje je korišćeno u procesu proizvodnje senfa. Ovi rezultati ukazuju na to da su dominantne masne kiseline, prvobitno prisutne u semenu bele slačice takođe prisutne i u gotovom proizvodu, blagom senfu. Najobilniji degradacioni proizvod sinalbina u senfu bio je 4-(hidroksimetil)fenol. Druga identifikovana jedinjenja u

senfu bila su: 4-metil fenol, 4-etil fenol, 4-(2-hidroksietil)fenol i 2-(4-hidroksifenil) etanska kiselina. Jedinjenje 2-(4-hidroksifenil)acetonitril, jedno od glavnih produkata degradacije glukozinolata sinalbina, i jedno od glavnih prekursora 4-(2-hidroksietil)fenola u reakciji degradacije sinalbina, nije otkriveno u ovom uzorku. To ukazuje da je ovo jedinjenje nestabilno u uslovima poluindustrijske proizvodnje senfa.

Ekperiment je izveden sa ciljem da se analizira sastav isparljivih komponenata u semenu bele slačice sa posebnim osvrtom na sekundarne produkte oksidacije ulja u sirovini. Uzorci su takođe ekstrahovani u Soxhlet-ovom sistemu, a potom analizirani metodama gasne hromatografije-masene spektrometrije. Rezultati su pokazali da isparljiva jedinjenja, za razliku od masnih kiselina, predstavljaju manje od 1 % svih jedinjenja prisutnih u ekstraktu. Šesnaest isparljivih jedinjenja su identifikovana u ispitivanom uzorku mlevenog semena bele slačice. Pored jedinjenja koja prirodno daju aromu, identifikovan je čitav niz zasićenih i nezasićenih aldehida sa jednom ili dve dvogube veze: C₆, C₇, C₈ i C₉ alkanali; C₇, C₈, C₉ i C₁₀ 2-enali i C₇, C₁₀ i C₁₂ 2, 4-dienali. Dokazano je da su nezasićeni aldehidi (2-alkenali i 2,4-dienali), kada su prisutni u visokim koncentracijama, indikatori rane faze oksidacije lipida u semenu bele slačice.

Ključne reči: blagi senf; seme bele slačice; degradacioni produkti
sinalbina; oksidacija lipida; GC-MS

Naučna oblast: Tehnološko inženjerstvo
Uža naučna oblast: Nauka o konzervisanju
UDK: 633.844:664.53(043.3)

UNIVERSITY OF BELGRADE
FACULTY OF AGRICULTURE
Belgrade-Zemun

**OPTIMIZATION OF TECHNOLOGICAL PROCESS OF
MUSTARD PRODUCTION FROM THE ASPECT OF THE
AROMATIC COMPLEX FORMATION**

S u m m a r y

In recent decades the modern food technology is based on the production of food that are nutritionally valuable and that their functional properties provide a positive effects on human health. Mustard is not just a spice that enriches the taste and smell to many foods, but it is also the foodstuff that greatly improves the metabolic system of a human body and its components contribute to the prevention of some diseases.

Within this Ph.D. Dissertation a technological process of production of four kinds of mustard is optimized from the aspect of the aromatic complex formation. Mild mustard paste, mustard paste with herbs, barbecue mustard paste and chili mustard paste were produced. Before the start of production microbiological analyses were done on the raw materials. Quality control of the sunflower oil, which is a component in mustard paste, was analyzed as well. Each of the four samples was obtained after a detailed examination of series of test recipes, adjustment of the taste, aroma, color and consistency with the sensory evaluation team of professional tasters. The best samples were sensory evaluated and compared to the same type of mustard that can be found in the domestic market. Sensory evaluation was conducted with the descriptive analytical method, system of scoring. The results were statistically analyzed.

All samples were analyzed by physico-chemical analyses, microbiological analyses, physical-chemical analyses of contaminants (the contents of pesticide residues, heavy metals and mycotoxins) and energy value of the sample.

All results showed that the samples of four kinds of mustard were in accordance with the Regulation on quality and other requirements for mustard, Regulation on the quality and conditions of usage of additives in food and the other requirements for additives and their mixtures, Regulation on microbiological food safety in the market and Regulation on the amount of pesticides, metals and metalloids and other toxic substances, chemotherapeutics, anabolics and other substances which can be found in food.

The purpose of the experiment was investigation of sinalbin degradation products in produced mild yellow mustard paste. The samples were extracted in a Soxhlet extraction system and analyzed by gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS) techniques. The results were compared with the analysis of the ground white mustard seeds which were originally used in the mustard paste production process. These results indicate that the dominant fatty acids, originally present in the white mustard seeds, are also present in the mustard paste condiment made from this plant. The most abundant sinalbin degradation product in yellow mustard paste was 4-(hydroxymethyl)phenol. Other compounds

identified in this sample were: 4-methyl phenol, 4-ethyl phenol, 4-(2-hydroxyethyl)phenol and 2-(4-hydroxyphenyl) ethanoic acid. 2-(4-Hydroxyphenyl) acetonitrile, one of the main degradation products of glucosinolate sinalbin, and one of the main precursors of 4-(2-hydroxyethyl)phenol during sinalbin degradation reaction, has not been detected in this sample, indicating that this compound is unstable under conditions used for semi-industrial production of this mustard paste condiment.

The experiment was conducted with the aim to analyze the total profile of volatiles in white mustard seeds with a particular emphasis on the secondary lipid oxidation products of oil in this material. The samples were also extracted in a Soxhlet extraction system and analyzed by gas chromatography - mass spectrometry (GC-MS) techniques. The results showed those volatile compounds different from fatty acids represented less than 1 % of all compounds present in the extract. Sixteen volatile compounds were identified in the mustard seeds investigated. Besides the natural flavor compounds, a whole series of saturated and unsaturated aldehydes with one or two double bonds was identified: C₆, C₇, C₈ and C₉ alkanals; C₇, C₈, C₉ and C₁₀ 2-enals and C₇, C₁₀ and C₁₂ 2,4-dienals. It was proven that unsaturated aldehydes (2-alkenals and 2,4-dienals), when present in high concentrations, can be indicators of an early stage of lipid oxidation in white mustard seeds.

Key words: mild mustard paste; white mustard seed; sinalbin degradation products; lipid oxidation; GC-MS

Scientific field: Technological engineering
Narrow scientific field: Science of preservation
UDK: 633.844:664.53(043.3)

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. PREGLED LITERATURE	3
2.1. SENF	3
2.1.1. Istorijat senfa i etimologija	5
2.1.2. Vrste senfa	6
2.1.3. Tehnološki postupak proizvodnje senfa	7
2.1.4. Pakovanje i skladištenje	8
2.2. LEKOVITO, AROMATIČNO I ZAČINSKO BILJE	9
2.2.1. Istorijat korišćenja lekovitog, aromatičnog i začinskog bilja	9
2.2.2. Upotreba lekovitog, aromatičnog i začinskog bilja	10
2.2.3. Osnovni pojmovi o heterozidima	11
2.2.4. Sumporni heterozidi crne i bele slačice	13
2.2.5. Začinsko bilje	15
2.2.6. Zdravstvena ispravnost lekovitog, aromatičnog i začinskog bilja	16
2.2.7. Lekovito, aromatično i začinsko bilje kao osnovne sirovine u proizvodnji senfa	19
2.2.7.1. Slačica bela	19
2.2.7.2. Slačica crna	23
2.2.8. Lekovito, aromatično i začinsko bilje kao pomoćne sirovine u proizvodnji senfa	27
2.2.8.1. Korijander.....	28
2.2.8.2. Bosiljak	30
2.2.8.3. Peršun	33
2.2.8.4. Mirođija	36
2.2.8.5. Đumbir	38
2.2.8.6. Kurkuma	40
2.2.8.7. Piment	42
2.2.8.8. Slatka začinska paprika	43
2.2.8.9. Chilli paprika	45
2.2.8.10. Oleorezin ljute paprike	47
2.2.8.11. Crni luk	48
2.2.8.12. Vlašac	50
2.2.8.13. Beli luk	52
3. CILJ RADA	55
4. MATERIJAL I METODE	56
4.1. POSTAVKA EKSPERIMENTA	56
4.1.1. Materijal	58
4.1.2. Tehnološki postupak proizvodnje senfa	60
4.2. FIZIČKO-HEMIJSKA ANALIZA	62
4.2.1. Određivanje sadržaja vlage	62
4.2.2. Određivanje sadržaja ukupnog pepela	63
4.2.3. Određivanje sadržaja pepela nerastvornog u hlorovodoničnoj kiselini	64

4.2.4. Identifikacija veštačkih boja hromatografijom na hartiji (metoda po H. Thaler-u i G. Sommer-u)	66
4.2.5. Određivanje ukupne sumporaste kiseline (izražene kao ukupan SO ₂)	68
4.2.6. Određivanje sadržaja NaCl metodom po Mohr-u	70
4.3. ENERGETSKA VREDNOST UZORKA	71
4.3.1. Određivanje sadržaja masti	71
4.3.2. Određivanje sadržaja proteina	74
4.3.3. Određivanje šećera po Luff-Schoorl- u	77
4.3.4. Određivanje energetske vrednosti	80
4.4. FIZIČKO-HEMIJSKO ISPITIVANJE KONTAMINANATA REZIDUE HEMIJSKIH MATERIJAMA	81
4.4.1. Određivanje sadržaja teških metala	81
4.4.2. Određivanje sadržaja ostataka pesticida	83
4.4.3. Određivanje prisustva mikotoksina	84
4.5. MIKROBIOLOŠKA ANALIZA	84
4.5.1. Određivanje broja mikroorganizama u g ili cm ³	84
4.5.2. Izolovanje i identifikacija lipolitičkih bakterija	85
4.5.3. Izolovanje i identifikacija <i>Salmonellae</i>	85
4.5.4. Izolovanje i identifikacija koagulaza pozitivnih stafilokoka	86
4.5.5. Izolovanje i identifikacija sulfitoredujućih klostridija	87
4.5.6. Izolovanje i identifikacija <i>Protens</i> vrsta	87
4.5.7. Izolovanje i identifikacija <i>Escherichia coli</i>	88
4.6. KONTROLA KVALITETA SUNCOKRETOVOG ULJA	88
4.6.1. Određivanje peroksidnog broja	88
4.6.2. Određivanje slobodnih masnih kiselina	90
4.6.3. Određivanje saponifikacionog broja	91
4.7. EKSTRAKCIJA KAO PRIPREMA UZORAKA ZA GC-MS	92
4.8. TEHNIKA GASNE HROMATOGRAFIJE-MASENE SPEKTROMETRIJE	93
4.9. SENZORNA ANALIZA	94
4.10. STATISTIČKA OBRADA REZULTATA SENZORNE ANALIZE ...	96
5. REZULTATI I DISKUSIJA	97
5.1. PROIZVODNJA I KARAKTERIZACIJA SENFA	97
5.1.1. Kontrola kvaliteta polaznih sirovina	97
5.1.2. Optimizacija kiselosti senfa	98
5.1.3. Optimizacija boje senfa	100
5.1.4. Primena inaktivisane bele slačice u proizvodnji senfa	101
5.1.5. Optimizacija toplotnog režima u proizvodnji senfa	101
5.1.6. Proizvodnja i karakterizacija blagog senfa	103
5.1.6.1. Senzorna analiza blagog senfa	112
5.1.6.2. Statistička obrada rezultata senzorne analize blagog senfa	113
5.1.6.3. Fizičko-hemijska analiza uzorka blagog senfa BS9	121
5.1.6.4. Fizičko-hemijsko ispitivanje kontaminanata u uzorku blagog senfa BS9	121
5.1.6.5. Energetska vrednost uzorka blagog senfa BS9	122
5.1.7. Proizvodnja i karakterizacija senfa sa začinskim biljem	122

5.1.7.1. Senzorna analiza senfa sa začinskim biljem	127
5.1.7.2. Statistička obrada rezultata senzorne analize senfa sa začinskim biljem	127
5.1.7.3. Fizičko-hemijska analiza uzorka senfa sa začinskim biljem SZB4	130
5.1.7.4. Fizičko-hemijsko ispitivanje kontaminanata u uzorku senfa sa začinskim biljem SZB4	131
5.1.7.5. Energetska vrednost uzorka senfa sa začinskim biljem SZB4	132
5.1.8. Proizvodnja i karakterizacija senfa za roštilj	132
5.1.8.1. Senzorna analiza senfa za roštilj	137
5.1.8.2. Statistička obrada rezultata senzorne analize senfa za roštilj	137
5.1.8.3. Fizičko-hemijska analiza uzorka senfa za roštilj SZR4 ..	144
5.1.8.4. Fizičko-hemijsko ispitivanje kontaminanata u uzorku senfa za roštilj SZR4	145
5.1.8.5. Energetska vrednost uzorka senfa za roštilj SZR4	145
5.1.9. Proizvodnja i karakterizacija Chilli senfa	146
5.1.9.1. Senzorna analiza Chilli senfa	150
5.1.9.2. Statistička obrada rezultata senzorne analize Chilli senfa	150
5.1.9.3. Fizičko-hemijska analiza uzorka Chilli senfa CS4	156
5.1.9.4. Fizičko-hemijsko ispitivanje kontaminanata u uzorku Chilli senfa CS4	156
5.1.9.5. Energetska vrednost uzorka Chilli senfa CS4	157
5.2. REZULTATI GASNE HROMATOGRAFIJE -MASENE SPEKTROMETRIJE	157
6. ZAKLJUČAK	166
7. LITERATURA	171
PRILOG	183

1. UVOD

Senf je začín koji se koristi u nacionalnim kuhinjama širom sveta. Svojim specifičnim ukusom i mirisom dominira kao neizbežan sastojak u mnogim jelima.

Pravi se od celog, mlevenog ili drobljenog sušenog semena bele slačice (*Sinapis alba* L.), crne slačice (*Brassica nigra* (L.) Koch.) ili smeđe slačice (*Brassica juncea* (L.) Czern.). U tehnološkom postupku proizvodnje, seme se meša sa vinom, sirćetom, vodom i aromatično-začinskim biljem u cilju stvaranja homogene paste. Boja senfa zavisi od vrste semena slačice koje se koristi i može varirati u rasponu od svetlo žute do tamno braon.

Biljka slačica pobuđuje veliku pažnju, jer su brojna istraživanja dokazala ranije pretpostavke da su pojedini sastojci prepoznati kao funkcionalna hrana u smislu prevencije ili regulacije mnogih hroničnih bolesti. To je ujedno i podsticaj za dalja naučna istraživanja u ovoj oblasti.

Oštar miris i ukus semena slačice potiču od glukozinolata, koji se u prisustvu vode hidrolizuju enzimom tioglukozidazom poznatijim kao mirozinaza. Glukozinolat sinigrin, koji se nalazi u semenu crne i smeđe slačice, daje isparljivo jedinjenje koje je odgovorno za oštar ukus i miris, kao i za osećaj vreline prilikom konzumiranja. Glukozinolat sinalbin, karakterističan za seme bele slačice, razlaganjem daje jedinjenje koje doprinosi umerenijoj aromi blagog senfa.

U sastavu semena slačice najveći udeo imaju masne kiseline koje se u procesu oksidacije degraduju i shodno tome stvaraju niz jedinjenja koja mogu da budu jasan pokazatelj rane faze oksidacije lipida u semenu ove biljke.

Hemijski sastav semena slačice, kao i mehanizmi degradacije glukozinolata, dosta su istraživani i rezultati su prezentovani u brojnim naučnim radovima. Međutim, za razliku od semena slačice, naučnih radova koji se bave hemijskim sastavom senfa ima veoma malo.

Ipak se zna da je senf bogat izvor belančevina, selena, brojnih vitamina i minerala. Potvrđeno je pozitivno dejstvo materija koje ulaze u sastav senfa kada je u pitanju poboljšanje varenja, ubrzavanje metabolizma, prevencija bolesti srca i krvnih sudova, dijabetesa i sprečavanje rasta nekih tumorskih ćelija, posebno u slučaju organa za varenje. Oštar miris senfa doprinosi pročišćavanju sinusa, a konzumiranjem se pospešuje apetit.

Brojnim istraživanjima su potvrđena antibakterijska, antifermentativna i antiinflamatorna svojstva ovog začina.

Aromatskom kompleksu senfa, pored osnovnih komponenata (crne, bele ili smeđe slačice), doprinosi i aromatično-začinsko bilje koje ulazi u sastav ovog začina. Količina i vrste aromatično-začinskog bilja zavise od samih proizvođača, navika potrošača i inovacija u tehnološkom postupku proizvodnje. Korijander, bosiljak, mirođija, peršun, kurkuma, piment su samo neke od mnogih aromatično-začinskih biljaka koje svojim hemijskim sastavom doprinose specifičom aromatskom kompleksu senfa.

2. PREGLED LITERATURE

2.1. SENF

Senf je namirnica bez koje je današnja, moderna kuhinja nezamisliva. Za pravljenje ovog, gotovo neizbežnog začina, koriste se zrna biljke slačice. Danas je poznato oko 40 različitih podvrsta slačice iz porodice kupusnjača (*Brassicaceae*), ali po boji i ukusu razlikujemo tri osnovna tipa (Marković i Živić, 2008).

- Bela slačica (*Sinapis alba* L.), koja daje najviše zrna, ali ima najslabiju aromu, koristi se za proizvodnju blagog senfa;
- Crna slačica (*Brassica nigra* (L.) Koch.), koja ima manja zrna, prodoran ukus i koristi se za proizvodnju ljutog senfa;
- Smeđa slačica (*Brassica juncea* (L.) Czern.), poznatija kao indijska ili ruska slačica, ljutkastog ukusa, kod nas manje u upotrebi.

Senf, tačnije njegova pasta, pravi se od samlevenih ili celih semenki slačice mešanjem sa vodom, sirćetom ili vinom uz dodatak začina, aroma i pravilnikom propisanih komponenata. To je dakle suspenzija čestica manjih od 30 μm u vodenoj fazi (Gerhards i Schubert, 1993).

U zavisnosti od vrste slačice koja se koristi i boja senfa će varirati od svetlo žute do tamno braon. Senf ima oštar, ljut, prodoran ukus koji nastaje iz jedinjenja koja se oslobađaju u procesu hidrolize komponenata koje sadrži seme slačice (sinigrin i sinalbin) pod uticajem enzima mirozinaze. Pored soli, senfu se dodaje aromatično-začinsko bilje (bosiljak, metvica, zeleni biber, estragon, ren i mnogo drugo) i određeni voćni sirupi kao što je limunov (Marković i Živić, 2008).

Energetska vrednost semenki slačice iznosi 469 kcal na 100 g, a s obzirom na to da se radi o začinu koji se konzumira u manjim količinama, trebalo bi napomenuti da jedna kašičica semenki sadrži 31 kcal (Marković i Živić, 2008). Pored belančevina, masti, ugljenih hidrata i vode, slačica sadrži nešto manje od 15 % dijetnih vlakana, dobar je izvor omega-3-masnih kiselina, nije zanemarljiv ni sadržaj gvožđa, kalcijuma, cinka, mangana, magnezijuma, a od vitamina važno je spomenuti niacin (Marković i Živić, 2008).

Senf se konzumira uz meso, ribu, proizvode od mesa i sireve, a skoro je neizbežan sastojak "brze hrane". Takođe je nezamenjiva komponenta u mnogim prelivima, salatnim dresinzima, sosovima, marinadama i u proizvodnji majoneza. Koristi se u nacionalnim kuhinjama Indije, mediteranskih zemalja, severne Evrope, balkanskih zemalja, Azije, Afrike, Severne Amerike, što ga čini najrasprostranjenijim i najčešće korišćenim začinom u svetu.

Senf ima jedinstvene mogućnosti emulgovanja, pa tako dodat salatama u dovoljnim količinama, vezivaće ulje i sirće. Apsorbuje tečnost u hrani, čineći proizvod stabilnijim. Proučavan je efekat emulgujućih sposobnosti senfa u majonezu i dokazano je da se stabilnost emulzije povećava sa povećanjem količine senfa do 4 %. Takođe utiče na konzistenciju emulzije svojim fizičkim i hemijskim osobinama kao i načinom inkorporiranja u majonez (Harrison i Cunningham, 1985).

Praćena je reologija nekoliko vrsta senfova (rotacionim i oscilatornim reometrima) i statistički gledano nađena je značajna linearna korelacija između sadržaja suve materije, sadržaja masti, proteina i ukupnog pepela u odnosu na ispoljena reološka svojstva (Juszczak i sar., 2004).

Takođe je ispitivana brzina prolaska polučvrstih namirnica (senf, kaša jabuke, koncentrat paradajza i kečap) kroz kapilarne cevčice različitog materijala (od stakla, od galvanizovanog čelika, teflona i polivinilhlorida), i utvrđeno je da senf i kaša jabuke imaju najizraženiji efekat smicanja u opsegu od $10 - 1000 \text{ s}^{-1}$ u odnosu na vrstu materijala kapilare i brzinu smicanja (Dervisoglu i Kokini, 1986).

Energetska vrednost senf paste iznosi 66 kcal na 100 g. Sadržaj ugljenih hidrata 8 g na 100 g (od toga mono i disaharida 3 g na 100 g, a dijetnih vlakana 3 g na 100 g), masti 3 g na 100 g, proteina 4 g na 100 g (Usda Nutrient database).

U odnosu na seme slačice, senf ima mnogo više vode, najviše do 78 %. Bogat je izvor belančevina, selena, vitamina E, B₁, B₆, C i niacina. Od minerala trebalo bi izdvojiti sadržaj magnezijuma, gvožđa i fosfora (Marković i Živić, 2008). Pozitivno dejstvo materija koje ulaze u sastav senfa dokazano je kada je u pitanju sprečavanje rasta tumorskih ćelija, posebno u slučaju organa za varenje. Sadržani selen može da pomogne u sprečavanju nastanka astmatičnih napada, reumatskih bolesti, kao prevencija malignih obolenja (Marković i Živić, 2008). Sadržani magnezijum može biti koristan u terapiji povišenog

krvnog pritiska, migrenskih glavobolja, kao i u prevenciji bolesti srca i krvnih sudova i dijabetesa (Marković i Živić, 2008). Oštar miris senfa doprinosi pročišćavanju sinusa, a konzumiranjem se pospešuje apetit (Marković i Živić, 2008).

Međutim, ne može da se prenebregne činjenica da senf može da bude i alergen. Nemali broj ljudi je alergičan upravo na ovu vrstu namirnice. Od 2005. godine propisan je zakon u Evropskoj Uniji kojim se obavezno mora deklarirati na proizvodu da je potencijalni alergen ukoliko sadrži i najmanju količinu senfa.

2.1.1. Istorijat senfa i etimologija

Senf se na engleskom jeziku naziva mustard. Vodi poreklo od kombinacije dve francuske reči: *moust* (što znači mlado vino) i *ardens* (što znači goret, peći, paliti). *Moust* vodi poreklo od latinske reči *mustum* što znači "novo vino".

Najverovatnije je da su stari Rimljani bili ti koji su prvi napravili senf kao začim. Oni su mešali nefermentisani sok od grožđa sa semenkama slačice. Recept se pojavljuje u Apicius (knjiga-kuvar iz Starog Rima nepoznatog autora) iz kasnog 4. i početka 5. veka. Pored semena slačice korišćeni su biber, kim, pečeno seme korijandera, mirođija, celer, origano, timijan, crni luk, med, sirće, ulje. Ovaj recept je bio namenjen za spravljanje glazure kojom bi se premazivao vepar na ražnju (Antol, 1999).

Rimljani i Stari Grci senf su koristili za konzervisanje. Za senf su znali i Egipćani. Seme slačice pronađeno je u grobnicama faraona. Prvi pisani zapis u kome se spominje ovaj začim potiče još od pre 5000 godina, a interesantno je spomenuti i da se u Novom zavetu kraljevstvo nebesko upoređuje sa semenkama slačice. Čuveni matematičar Pitagora je govorio da senf izoštrava um.

Proizvođači senfa se prvi put pojavljuju 1292. godine u Dižonu (Dijon), prema kraljevskom registru u Francuskoj i Dižon postaje prepoznatljiv centar za proizvodnju senfa, što ostaje i do današnjih dana (Antol, 1999).

U 18. veku popularnost senfa naglo raste zahvaljujući dvoma inovatorima. Engleskinja Clements je napravila recepturu koju je čuvala u tajnosti, a poznato je da je kralj George I bio njen redovni kupac. Francuski proizvođač Niageon je u Dižonu napravio ljuti senf od crne i smeđe slačice uz dodatak soka od nezrelog voća.

Maurice Grey je 1777. godine konstruisao mašinu za drobljenje i mlevenje semena slačice i udruživši se sa Auguste Poupon nastaje čuveni "Grey-Poupon Dijon mustard" koji se pravi od smeđe ili crne slačice mešajući se sa belim vinom.

Britanski proizvođač brašna Jeremiah Colman proširio je svoj posao 1804. godine tako što je počeo sa mlevenjem semena slačice. Isključivo je radio sa smeđom i belom slačicom koje su posebno mlevene, zatim prosejavane kroz svilene filtere. Colman je zvanično prvi proizvođač senfa u Velikoj Britaniji.

Danas je proizvodnja senfa umnogome olakšana savremenim mašinama. Mlevenje slačice se odvija u valjkastim mlinovima, a doziranje i mešanje komponenata u homogenizatorima je automatizovano.

2.1.2. Vrste senfa

Osnovna receptura za proizvodnju senfa je svuda u svetu uglavnom ista. Ono što razlikuje proizvođače je variranje sadržaja pojedinih komponenata ili neka originalna, zaštićena receptura što u velikom broju slučajeva zavisi od navika u ishrani potrošača u toj zemlji.

Dižonski senf se pravi isključivo od semena crne slačice. Seme se opere, natopi, samelje, meša sa sirćetom, širom ili vinom, voćnim kiselinama, solju i začinima. Dižonski senf sadrži belo ili crveno vino, ili može sadržati oba.

Senf iz Bordoa je blaži i slađi jer se pravi samo od bele slačice.

Engleski senf takođe ima svoj osoben ukus. Proizvodi se po Kolmanovoj recepturi (Colman). Koristio je smeđu slačicu sa malim količinama bele slačice uz dodatak pšeničnog brašna radi popravljavanja teksture.

Nemački senf ima nekoliko tipova. "Lavlji senf" koji se proizvodi u Dizeldorfu, nemačkoj prestonici senfa, sličan je dižonskom jer se pravi od semena crne slačice.

Slatki senf iz Bavarije ima dodat med i začinsko bilje, što mu daje specifičan ukus.

U SAD koriste se najčešće dva tipa senfa, osnovni (žuti senf) i "deli-style" (tamni senf) koji je pikantniji u odnosu na žuti.

U Italiji se proizvodi čuveni voćni senf. Iako se čini da je kombinacija voća i senfa veoma neobična, napravljena je još u 14. veku, kada su se velike kriške različitog voća konzervisale u šećernom sirupu sa senfom. Služilo se kao preliv uz meso i divljač. Voće koje se koristilo za ovu vrstu senfa su jabuke, kajsije, brusnica, limun, pomorandža i ananas.

U Irskoj se senf pravi uz dodatak meda i irskog viskija.

U Rusiji se proizvodi senf koji ima veoma oštar ukus i miris, uz obavezan dodatak sirćeta.

Senf sa začinskim biljem je dosta čest proizvod u mnogim zemljama, koriste se mirođija, ruzmarin, beli luk, biber, bosiljak i mnogo drugo.

Ljuti senf je takođe veoma tražen. Osim crne slačice koja mu daje ljutinu, dodaju se i druge komponente koje dodatno stvaraju osećaj "vreline" kada se konzumira. Neke od njih su biber, čili i ren.

Senf sa renom je namenjen potrošačima koji vole kiseli ukus i "vrelinu" koje upravo potencira dodati ren.

U nekim zemljama proizvođači senfa kao komponentu koriste i pivo, viski, rakiju od breskve, konjak.

2.1.3. Tehnološki postupak proizvodnje senfa

U skladu sa Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za senf (Službeni list SRJ 3/2001) vodi se i tehnološki postupak proizvodnje senfa. Osnovne komponente za proizvodnju su fino mlevene semenke bele slačice, crne slačice ili njihova mešavina, zatim voda, sirće, so, začini. Pored ovih osnovnih komponenti, u zavisnosti koja se vrsta senfa proizvodi, dodaju se i druge komponente koje su presudne za ukus, miris, boju i konzistenciju proizvoda. Kvalitet se postiže izborom i pravilno odabranim, proporcionalnim odnosom osnovnih i dodatnih sirovina, kojim se regulišu oštrina, aroma, konzistencija, stabilnost, namena i dr., što je vrlo podložno lokalnim navikama stanovništva.

U suštini, tehnološki postupak proizvodnje senfa se svuda u svetu zasniva na istim, osnovnim principima

- Proizvodnja počinje prijemom i kontrolom kvaliteta sirovine. Seme slačice prolazi transportnim trakama ispod vodenih prskalica kojima se seme pere i odstranjuju se nečistoće i primese. Nakon sušenja seme se smešta u silose dok ne počne da se koristi za proizvodnju senfa.
- Neki proizvođači senfa potapaju seme slačice u vino i sirće u trajanju od nekoliko sati do nekoliko dana. Na taj način se seme omekšava i ljuska se lakše odstranjuje pomoću sita.

- Seme se uvodi u valjkaste mlinove gde se melje u brašno. Željeni stepen finoće brašna se može postići tako što se mlevenje ponavlja nekoliko puta.
- Mlevena slačica se uvodi u homogenizator gde se meša uz dodavanje belog vina, sirćeta i/ili vode.
- Dodaju se prethodno izmereni začini i/ili arome i pasta se homogenizuje.
- Homogenizovana pasta se potom zagreva na prethodno određenoj temperaturi u vremenskom trajanju koje je takođe definisano pre početka proizvodnje. Potom se hladi na sobnu temperaturu.
- Senf se puni u staklenu, plastičnu ili metalnu ambalažu.
- Kontrolise se kvalitet gotovog proizvoda.
- Proizvod se pakuje u transportnu ambalažu.

2.1.4. Pakovanje i skladištenje

Senf se pakuje u staklenu ambalažu (staklenke), plastičnu ambalažu (plastične čaše od polipropilena - PP, tripleks folije od PET/AL/PE i PP/AL/PE, plastične kese - LDPE) i metalnu ambalažu (aluminijumske tube).

Neotvoren, senf ne mora da se čuva u frižideru. Dovoljno je da bude na tamnom, suvom i hladnom mestu. Međutim, prilikom dužeg čuvanja van frižidera, može dobiti gorak ukus i može se pojaviti raslojavanje faza. Prilikom skladištenja (pogotovo na temperaturama preko 40 °C) ispoljava se sinereza koja smanjuje kvalitet i senzorna svojstva senfa (Juszczak i sar., 2004). Otvoren senf obavezno se čuva u frižideru. Mada i tada, ukoliko se čuva duže vreme, može doći do isušivanja površinskog sloja, gubitka arome i do tamnjenja usled oksidacije.

2.2. LEKOVITO, AROMATIČNO I ZAČINSKO BILJE

2.2.1. Istorijat korišćenja lekovitog, aromatičnog i začinskog bilja

Korišćenje lekovitog, aromatičnog i začinskog bilja datira još iz najdavnijih vremena ljudske civilizacije. Drevni narodi su otkrivali lekovita svojstva različitih vrsta biljaka, koja se koriste i danas u medicinske svrhe. Zapisi o nekoliko stotina lekovitih biljaka datiraju još od 4000. godine pre nove ere iz Asirije i Egipta, a opisana lekovita svojstva su i danas u upotrebi. Pisani podaci o korišćenju lekovitog bilja potiču i iz Kine, Stare Grčke, Starog Rima, Indije. Indija je zbog svoje bogate flore i tradicionalne upotrebe lekovitih biljaka bila glavni izvoznik začina, lekovitog bilja i boja, odakle su se prenosili u druge krajeve sveta (Kišgeci i sar., 2009).

Kraj XV i početak XVI veka obeležila su brojna putovanja i otkrića novih svetova, pa samim tim i upoznavanje mnogih novih lekovitih biljaka, sirovina, biljnih lekova i začina. Nakon revolucije u Francuskoj počinje novo razdoblje u naučnoj farmaciji a samim tim i razvoj nauke o lekovitom bilju. Izolovanjem morfina iz opijuma od strane nemačkog apotekara Serturner-a obeležen je početak naučne farmakognozije, na hemijskoj osnovi, a potom slede brojna značajna otkrića u vezi sa izolovanjem alkaloida čiji su autori bili Pelletier, Caventou i Robiquet (Kišgeci i sar., 2009).

Tokom XIX i XX veka mnogi poznati farmakognosti bavili su se proučavanjem biljnih lekovitih sirovina, pa su time značajno doprineli boljem poznavanju aktivnih sastojaka u njima, što je bitan uslov za njihovu višestruku primenu (Kišgeci i sar., 2009).

U našim krajevima, Stari Sloveni su imali razvijen kult bilja. Lekovita svojstva i njihova primena u lečenju opisani su u "Slovenskoj mitologiji" Luja Leže-a. Manastiri su bili centri razvoja medicine, pa je tako u XV ili XVI veku nastao je Hilendarski Medicinski Kodeks broj 517 u kom se navodi upotreba mnogih lekovitih biljaka (Kišgeci i sar., 2009). U manastirskim bibliotekama nalazili su se medicinski priručnici koji su sadržali stručno znanje od antičkih vremena do iskustva i lečenja u vizantijskoj medicini (mada nije uvek jednostavno razlučiti šta je bila narodna a šta stručna medicina; Kišgeci i sar., 2009).

"Dragocene podatke u lečenju lekovitim biljem u srpskoj tradiciji daje Vuk Stefanović Karadžić (1787-1864) u svom poznatom delu Srpski rječnik (1818). Naši poznati botaničari

i lekari Josif Pančić (1814-1888) i Sava Petrović (1839-1889) su u svojim delima pružili dragocene podatke o rasprostranjenosti i upotrebi lekovitog bilja". U novije vreme, Jovan Tucakov (1905-1978) je dao najveći doprinos razvoju farmakognostijske nauke kod nas (Kišgeci i sar., 2009).

2.2.2. Upotreba lekovitog, aromatičnog i začinskog bilja

Lekovite sirovine ili droge vode poreklo iz prirode i njihova lekovita svojstva i lekovite sastojke proučava nauka koja se naziva Farmakognostija. Biljne lekovite sirovine ili biljne droge u užem smislu predstavljaju osušene biljne organe sa lekovitim svojstvima (Kišgeci i sar., 2009). "U širem smislu, biljne droge su proizvodi koji se dobijaju jednostavnim postupcima i procesima prerade biljaka tj. njihovih odgovarajućih organa" (Kišgeci i sar., 2009). Droge se mogu koristiti u svežem stanju i tada moraju nositi naziv *recens* - svež. U promet droge dolaze u celim komadima, rezane, u obliku praška, u obliku raznih mlečnih i drugih sokova, etarskih ulja, smola, voskova, masti, masnih ulja, kaučuka itd. (Kišgeci i sar., 2009).

"U oblasti lekovitog, aromatičnog i začinskog bilja, koristi se narodna i stručna nomenklatura. Narodni nazivi su veoma često u upotrebi, a latinski nazivi biljaka koriste se u domaćoj i međunarodnoj (naučnoj i stručnoj) terminologiji i predstavljaju najsigurniji način za determinaciju i upotrebu biljaka" (Kišgeci i sar., 2009).

Sve droge se mogu podeliti prema (Kišgeci i sar., 2009):

- biljnim organima (drogistička podela)
- hemijskom sastavu (hemijska podela)
- po svom delovanju (farmakodinamska podela)
- po vrstama i porodicama biljaka od kojih potiču (botanička podela).

Prema hemijskoj podeli, droge se dele na osnovu hemijske prirode aktivnih materija, pa tako postoje droge sa alkaloidima, heterozidima, saponozidima, taninima, etarskim uljima, masnim uljima, vitaminima itd. (Kišgeci i sar., 2009).

Iako je farmakodinamska podela najpogodnija i sa naučnog stanovišta najprihvatljivija, ona se zasniva na hemijskoj podeli (Kišgeci i sar., 2009), tako da će biti više reči o aktivnim materijama lekovitih droga.

"Aktivne materije koje učestvuju u biohemizmu biljaka, dele se na primarne i sekundarne. Primarne materije ili produkti primarnog metabolizma biljaka, su osnovna gradivna jedinjenja koja obezbeđuju energiju za rast, razviće, funkcionisanje i reprodukciju živih organizama. To su šećeri, masti i proteini" (Kišgeci i sar., 2009).

Sekundarne materije, tj. sekundarni metaboliti, nazivaju se još i biološki aktivne materije. Ova jedinjenja su raznovrsne hemijske prirode i upotpunjuju funkcionisanje biljnog organizma u kome nastaju, a jedan deo sekundarnih metabolita ispoljava farmakološku aktivnost. Sekundarni metaboliti biljaka su alkaloidi, glikozidi, organske kiseline, etarska ulja, sluzi, gume, smole, tanini, vitamini (Kišgeci i sar., 2009).

Sekundarni metaboliti su sastavni delovi enzimatskih sistema (koenzima), neophodnih za ćelijsko disanje, a takođe ispoljavaju i hormonsku aktivnost (aktivnost regulatora rasta i razvića biljaka; Kišgeci i sar., 2009).

Prema opšte prihvaćenoj hipotezi, smatra se da sekundarni metaboliti, predstavljaju adaptaciju na različite ekološke faktore i time omogućuju opstanak vrste (Kišgeci i sar., 2009).

Produkti sekundarnog metabolizma takođe imaju zaštitnu ulogu za biljku (sprečavanje infekcije tkiva bakterijama, gljivama, virusima, kao i zaštitu od prevelike doze UV zračenja i slično; Miličević, 2008).

2.2.3. Osnovni pojmovi o heterozidima

"Heterozidi, glukozidi ili glikozidi su farmakološki aktivni i terapijski korisni sekundarni metaboliti" (Kišgeci i sar., 2009). Prvi heterozidi su izolovani 1830. godine (salikozid i amigdalozid; Kišgeci i sar., 2009).

Heterozidi se razlažu pod uticajem hidrolaza, kiselina, baza ili zagrevanjem, pri čemu se oslobađa jedan ili više molekula šećera (glikon) i neko organsko, nešećerno jedinjenje (aglikon, genin ili genol; Kišgeci i sar., 2009).

Povezanost glikona i aglikona ostvaruje se etarskom, glukozidnom vezom i zbog toga se nazivaju još i glukozidi. U upotrebi je i naziv glikozidi jer mnogi hidrolizom daju glikozu (što je po staroj nomenklaturi naziv za glukozu; Kišgeci i sar., 2009).

Heterozidi su veoma rasprostranjeni u biljnom svetu. "Jedna biljna vrsta može sadržati i nekoliko različitih grupa heterozida. U različitim biljnim organima mogu se akumulirati različite vrste heterozida. Kao droga, koriste se oni delovi biljke koji sadrže najveću količinu heterozida. Heterozidi se u ćeliji nalaze rastvoreni u ćelijskom soku vakuola" (Kišgeci i sar., 2009).

"Naučni naziv heterozidi su dobili prema vrsti ili prema rodu biljaka u kojima se nalaze ili iz kojih su izolovani" (Kišgeci i sar., 2009). Struktura im je čvrsta, kristalna ili amorfna. Ovi metaboliti su neisparljivi, većinom gorki, neki od njih su delimično, a neki potpuno rastvorljivi u vodi i etanolu, optički su aktivni i neutralne reakcije (Kišgeci i sar., 2009).

"Heterozidi se razlikuju po hemijskoj prirodi aglikonske komponente. Ova komponenta nastaje različitim biosintetskim putevima. Na osnovu toga su izdvojene grupe i izvršena je podela droga koje ih sadrže. Glikonsku komponentu čine monosaharidi, disaharidi ili oligosaharidi. Šećeri prirodnih heterozida su najčešće u poluacetalnom obliku" (Kišgeci i sar., 2009). Heterozid nastaje tako što poluacetalna, alkoholna grupa šećera reaguje sa protonom iz aglikona uz izdvajanje vode. "Proton može biti izdvojen s različitih amino, hidroksilnih, sulfhidrilnih grupa, ili se odvajaju sa ugljenika osnovnog skeleta aglikona" (Kišgeci i sar., 2009). Na osnovu toga, različite vrste označene su kao C, O, N i S heterozidi. "Najstabilniji su C glikozidi. U biosintezi heterozida važnu ulogu imaju enzimi (graditelji i razgraditelji). U živom tkivu, heterozidi i njihovi enzimi nalaze se u posebnim ćelijama" (Kišgeci i sar., 2009).

Biološka funkcija heterozida nije u potpunosti razjašnjena, iako se zna da je ona povezana s hemijskom prirodom aglikona. Aglikoni nastaju kao sekundarni proizvodi metabolizma biljaka. Oni su za biljke toksična jedinjenja od kojih se biljke štite tako što ih vezuju za šećere i na taj način čine ih netoksičnim. "Glikonska komponenta u heterozidima je značajna jer menja neka osnovna svojstva aglikona (deluje kao detoksikans, solubilizator ili stabilizator)" (Kišgeci i sar., 2009). Heterozidi imaju zaštitnu ulogu u biljnom organizmu jer deluju kao fitoaleksini (toksične antimikrobne komponente koje sintetizuje biljka nakon

kontaminacije patogenima, ali i nakon ozleda i stresa; Soledade i sar., 1997). Apsorbuju UV deo sunčevog spektra pa i na taj način štite biljku. Neke vrste heterozida su biljni pigmenti, te utiču na odnos biljke sa spoljnim svetom.

"Za dokazivanje heterozida u drogama najčešće se koriste hemijske reakcije (bojene i taložne)" (Kišgeci i sar., 2009). Izbor metode povezan je sa hemijskom prirodom aglikonske komponente. Za kvantitativnu analizu sve više se koriste hromatografske metode (Kišgeci i sar., 2009).

"Heterozidi uglavnom ne ispoljavaju snažno farmakološko delovanje, te su biljke koje ih sadrže retko otrovne" (Kišgeci i sar., 2009). Heterozidne droge se koriste za samomedikaciju, u formi jednostavnih galenskih oblika (čajnih mešavina, tinktura, ekstrakata). Hemijska priroda aglikona uslovljava farmakološko delovanje heterozida, pa se oni dele na fenolne, kumarinske, lignanske, flavonoidne, hinonske, cijanogene, monoterpenke i kardiotonične (Kišgeci i sar., 2009).

Mnoge familije biljaka pripadaju grupi heterozidnih biljaka, ali kako su za ovaj rad najbitnije crna i bela slačica, najviše reči će biti upravo o ovim heterozidnim biljkama.

2.2.4. Sumporni heterozidi crne i bele slačice

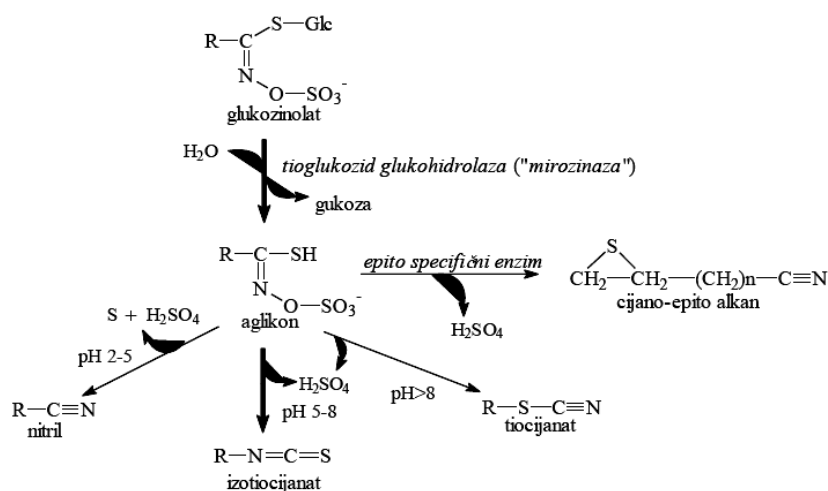
Crna i bela slačica sadrže glukozinolate, ljute heterozide koji u okviru aglikonske komponente sadrže sumpor. Lokalizovani su u vakuolama parenhimskih ćelija semena. Aglikoni ovih heterozida nastaju iz aminokiselina. Iz tirozina biosintezom nastaje parahidroksibenzilglukozinolat (sinalbozid u semenu bele slačice), a biosintezom iz homometionina nastaje alilglukozinolat (sinigrozid u semenu crne slačice; Kišgeci i sar., 2009).

Do hidrolize glukozinolata dolazi dejstvom specifičnog enzima tioglukozidaze, trivijalno nazvanog mirozinaza. Prvi ga je otkrio Bussy 1840. godine analizirajući seme bele slačice (Hochkoeppler i Palmieri, 1992). Mirozinaza je po hemijskom sastavu glikopolipeptid sa oko 20 % ugljeno-hidratne komponente (Hochkoeppler i Palmieri, 1992). Ovaj enzim je prisutan u svim biljkama koje sintetišu sumporne heterozide, ali je prostorno razdvojen od glukozinolata. Mirozinaza se javlja u 3 izooblika, što je potvrđeno metodom jonoizmenjivačke hromatografije i Western blot analizom proteina semena bele

slačice (Eriksson i sar., 2001). Utvrđeno je da se prva i treća izoforma mogu svrstati u mirozinaza A familiju ovog enzima, a druga izoforma se svrstava u familiju mirozinaza B. Ujedno je dokazano da se mirozinaza A nalazi samo u semenu biljke slačice, a u ostalim delovima biljnog tkiva prisutna je B mirozinaza (Eriksson i sar., 2001). Potvrđeno je da su izoenzimi mirozinaze sastavljeni od lanaca nekoliko vrsta proteinskih jedinica i da u zavisnosti od vrste biljke, varira i aktivnost samog enzima (Bellostas i sar., 2008).

Sistem mirozinaza-glukozinolati ima nekoliko funkcija za samu biljku. Produkti degradacije glukozinolata su uključeni u odbranu od insekata i fitopatogena, u metabolizam sumpora i azota i u sam rast biljke (Bones i Rossiter, 1996).

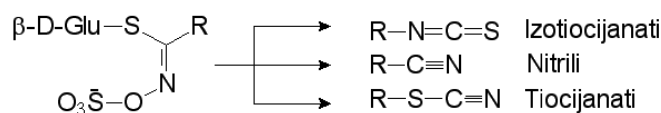
Oštećenjem tkiva dolazi do kontakta heterozida i enzima mirozinaze što dovodi do gotovo trenutne hidrolize.



Slika 1. Degradacija glukozinolata dejstvom enzima mirozinaze

Mirozinaza razlaže glukozinolate do glukoze, sulfata i aglikona (Youngs i Perlin, 1967). Oslobođena aglikonska komponenta je nestabilna i brzo se konvertuje u druga jedinjenja. U neutralnoj sredini aglikon se transformiše u reaktivne, često isparljive izotiocijanate. Pored izotiocijanata, aglikon se može transformisati i u cijanate i nitrile, u zavisnosti od supstrata i uslova reakcije (Hochkoeppler i Palmieri, 1992). Ovako posmatrano, aglikoni sumpornih heterozida su estri izotiocijanske kiseline i nekog alifatičnog ili aromatičnog alkohola. Na samu aktivnost mirozinaze utiču unutrašnji faktori (pH, sadržaj askorbinske kiseline – uočena je povećana aktivnost ukoliko je veći sadržaj askorbinske kiseline) i spoljašnji

faktori (temperatura i pritisak – najveću aktivnost mirozinaza ispoljava na temperaturi od 60 °C pri atmosferskom pritisku; Van Eylen i sar., 2008). U temperaturnom intervalu 65 °C – 75 °C dolazi do inaktivacije enzima mirozinaze (Van Eylen i sar., 2006).



Slika 2. Transformacija aglikona

Inaktivacija enzima mirozinaze može se izvršiti i zagrevanjem radio-talasima što se pokazalo kao veoma pogodan metod jer dovodi do minimalnog gubitka u aromi semena bele slačice i do minimalnog gubitka emulgirajućih sposobnosti pri proizvodnji majoneza (Cserhalmi i sar., 2000).

Heterozidi i aglikonske komponente u crnoj i beloju slačici su ljuti i draže sluznice. Hemijski se njihovo prisustvo u drogama dokazuje na osnovu reakcije na sumpor nakon hidrolize (stvaraju crne sulfide).

Količina glukozinolata se određuje posle enzimske hidrolize i destilacije sa vodenom parom. Predestilisani aglikon se određuje titracijom (jodometrija, argentometrija) i na osnovu količine sumpora preračuna količina heterozida.

Izolovanje glukozinolata iz biljaka nije jednostavno. Prvo se mora izvršiti inaktivacija enzima, pa tek onda ekstrakcija i razdvajanje na stubu jonoizmenjivačkih smola.

Za analitičko ispitivanje glukozinolata (konkretno sinalbina i sinigrina) uspešnim su se pokazale metode: tečna hromatografija pod visokim pritiskom (High Pressure Liquid Chromatography, HPLC) i elektrosprej jonizujuća masena spektrometrija (Zrybko i Rosen, 1997; Rangkadilok i sar., 2002; Tsao i sar., 2002; Lee i sar., 2006).

2.2.5. Začinsko bilje

Bela i crna slačica pripadaju začinskom bilju, biljnim začinicima koji se dodaju hrani radi poboljšanja ukusa, mirisa, izgleda, svarljivosti i iskoristljivosti. Začini imaju široku primenu u prehrambenoj industriji i kulinarstvu. Pored ukusa, mirisa, boje i konzistencije koje obezbeđuju proizvodu, mogu imati i ulogu konzervansa. Prisustvo visokog sadržaja

fenolnih jedinjenja u semenu bele i crne slačice čini ovo seme bogatim izvorom prirodnih antioksidanata (Amarowicz i sar., 1996). "Danas je u upotrebi veliki broj začina koji čine specifičnim nacionalne i regionalne kuhinje" (Kišgeci i sar., 2009).

Najčešće se kao začini koriste biljke koje sadrže etarsko ulje, alkaloidne, sumporne heterozide, gorke terpenne derivate, kisele ili slatke komponente. Začini imaju karakterističnu aromu. Punoći arome aromatičnih droga, pored etarskih ulja, doprinose flavonoidni i kumarinski heterozidi, fenilkarbonske kiseline, smole i dr. Kakva će aroma biti zavisi od tehnoloških postupaka fermentacije. Začini nemaju neku posebnu hranljivu vrednost, ali mogu biti bogati vitaminima, a većina ima antimikrobno dejstvo. Začini povećavaju lučenje sokova i enzima u digestivnom traktu i time podstiču varenje hrane i resorpciju hranljivih materija. Koriste se umereno, jer u prevelikim količinama mogu postati štetni (Kišgeci i sar., 2009).

Prehrambena industrija koristi veliki broj biljnih droga. U raznim granama prehrambene industrije biljne droge se koriste kao začini, konzervansi, emulgatori i zgušnjivači hrane. U izradi alkoholnih i bezalkoholnih pića koristi se lekovito i aromatično bilje, a u tehnološkoj preradi mleka, mesa, u poslastičarstvu i pekarskoj industriji, biljni začini su veoma važna komponenta proizvoda.

2.2.6. Zdravstvena ispravnost lekovitog, aromatičnog i začinskog bilja

Prilikom proizvodnje i prerade lekovitog, aromatičnog i začinskog bilja može doći do kontaminacije biljne sirovine. Stepent kontaminacije je često takav da isključuje primenu sirovine za izradu farmaceutskih i prehrambenih proizvoda (Kišgeci i sar., 2009). Do narušavanja zdravstvene ispravnosti biljne sirovine može doći:

- mikrobiološkom kontaminacijom
- kontaminacijom teškim metalima
- kontaminacijom pesticidima
- kontaminacijom radioaktivnim supstancama

Mikrobiološka kontaminacija

Biljne sirovine mogu biti kontaminirane na samom izvoru proizvodnje, u toku dalje manipulacije, distribucije i skladištenja. Takođe mogu biti kontaminirane i mikotoksinima koje stvaraju plesni. Step en mikrobiološke kontaminiranosti zavisi od niza faktora: uslova razvoja biljke, načina berbe, stanja ambalaže, uslova transporta i skladištenja, sušenja, hemijskog sastava, prisustva insekata i glodara (Kišgeci i sar., 2009). Ukupan broj mikroorganizama na biljnoj sirovini je od relativno male važnosti, najvažnije je da se onemogući prisustvo patogenih mikroorganizama koji predstavljaju problem u industriji hrane. Postupci za eliminisanje mikrobiološke kontaminacije u biljnoj sirovini su: pasterizacija u autoklavima, suva toplota, jonizujuće zračenje i fumigacija (Kišgeci i sar., 2009).

Kontaminacija teškim metalima

Sadržaj teških metala u lekovitim biljkama je indikator kontaminiranosti područja na kojem rastu biljke. Neke biljne vrste (čičak, kamilica, maslačak, kantarion) imaju naročitu sposobnost akumuliranja teških metala u korenu i nadzemnim delovima (Kišgeci i sar., 2009).

Tabela 1. Maksimalne dozvoljene vrednosti za koncentraciju olova, kadmijuma i žive u lekovitom, aromatičnom i začinskom bilju (Plescher i sar., 1995)

	Lekovito i aromatično bilje (mg/kg suve mase)	Začinsko bilje (mg/kg suve mase)
Olovo	5,0	2,00
Kadmijum	0,2	0,10
Živa	0,1	0,05

Kontaminacija pesticidima

Nepravilnom upotrebom pesticida dolazi do kontaminacije biljne sirovine. Ukoliko se zaštitna sredstva koriste, njihova upotreba mora biti u skladu sa principima integralne zaštite bilja (Kišgeci i sar., 2009). Prilikom njihove upotrebe moraju se uzeti u obzir:

- okolnosti primene (npr. veliki napad bolesti i štetočina i nemogućnost njihovog suzbijanja mehaničkim putem)

- period karence (vreme od poslednje primene pesticida pa do berbe/žetve)
- maksimalno dozvoljena koncentracija

Ukoliko su tokom proizvodnje korišćena hemijska sredstva, sve mora biti dokumentovano prema propisima Evropske Farmakopeje, Evropske direktive, *Codex alimentarius*, koji definišu maksimalno dozvoljene količine u različitim biljnim organima (Kišgeci i sar., 2009).

Metode za ispitivanje kvaliteta biljne lekovite sirovine

Kvalitet biljne lekovite sirovine propisan je farmakopejom ili nekim standardom (ISO, JUS).

Tabela 2. Kvalitet biljnih droga - opšta i posebna ispitivanja (Kovačević, 2001)

	Opšta ispitivanja	Posebna ispitivanja
Droge u užem smislu (osušeni delovi biljaka)	<ul style="list-style-type: none"> - organoleptičke osobine - količina stranih primesa - stepen usitnjenosti - količina vlage - količina pepela - količina pepela nerastvornog u kiselini - količina sulfatnog ostatka - količina ekstraktivnih materija - zdravstvena ispravnost 	<ul style="list-style-type: none"> - prisustvo aktivnih materija - količina aktivnih materija - ukupna količina aktivnih materija (dominantno jedinjenje) - količina pojedinih jedinjenja u okviru kompleksa aktivnih materija - količina neke marker supstance
Droge praškaste konzistencije	<ul style="list-style-type: none"> - veličina čestica - ujednačenost veličine čestica 	
Droge tečne konzistencije ili one koje mogu da postanu tečne konzistencije	<ul style="list-style-type: none"> - fizičke konstante - hemijske konstante - rastvorljivost - temperatura ključanja - temperatura očvršćavanja - temperatura topljenja 	

"Kontrola kvaliteta droga se zasniva na analizi prisutnih sastojaka odgovornih za delovanje droga. Za dokazivanje prisustva aktivnih sastojaka koriste se:

- hemijske metode
- hromatografske metode
- fizičke metode

- organoleptičke metode
- fiziološki skrining

Najčešće analitičke metode su elektrohemijske, volumetrijske, spektroskopske, hromatografske, kapilarna elektroforeza, imunološke (RIA, ELISA), biološke, destilacija vodenom parom, određivanje fizičkih i hemijskih konstanti. Identifikacija droga se može obaviti makroskopskom analizom (organoleptički pregled), mikroskopskom analizom (pregled lupom, skening mikroskopija i pregled histoloških preseka) i hemijskom analizom" (Kišgeci i sar., 2009).

2.2.7. Lekovito, aromatično i začinsko bilje kao osnovne sirovine u proizvodnji senfa

2.2.7.1. Slačica bela

Sinapis alba L.

Familija: (*Brassicaceae*)



Slika 3. Bela slačica (*Sinapis alba* L.)

Narodni nazivi: gorušica, gorčica, cenf, slačica, muštarda, sladčica, beli ženof.

Ova biljka je bila poznata još u starom veku. U vreme cara Dioklecijana, za jelo su korišćene mlade biljke, a seme je upotrebljavano kao začin. U srednjem veku je korišćena kao začin za poboljšanje ukusa soljenog mesa. Zahvaljujući Arapima, proizvodnja se proširila i u Španiju, a u XVII veku doneta je u Nemačku i Englesku (Kišgeci, 2002.).

Bela slačica raste kao korov na poljima, livadama, napuštenim terenima i vrtovima. Rasprostranjena je u većem delu sveta, poreklo vodi sa Mediterana. Gaji se u južnoj i srednjoj Evropi, Rusiji, severnoj Africi, Aziji, Americi, Australiji, a u našoj zemlji gaji se uglavnom u Vojvodini (Kišgeci i sar., 2009).

Botaničke karakteristike

Bela slačica je jednogodišnja zeljasta biljka, vretenastog i dobro razvijenog korena, uspravne, razgranate, maljave stabljike visine 50 – 80 cm. Listovi su nepravilno usečeni i različite su veličine, maljavi i po obodu krupno nazubljeni, pri čemu su donji listovi krupniji i imaju drške, a gornji su sitniji - sedeći (Kišgeci i sar., 2009). "Slačica cveta u junu, a plod sazreva od jula do avgusta. Cvetovi su žute boje, mirišljavi, medonosni, sakupljeni u grozdaste cvasti" (Kišgeci i sar., 2009). Cvet se sastoji od četiri čašična i četiri krunična listića, sa šest prašnika i tučkom. Oprašuje se entomofilno (oprašivanje putem insekata). "Plod bele slačice je ljuska nepravilnog cilindričnog oblika, maljava, dužine 2 – 5 cm, širine 4 mm. U ljusci se nalazi 4 – 8 okruglastih glatkih semenki blede žute boje, ljutog ukusa, bez mirisa" (Kišgeci i sar., 2009). U vodi bubri i daje mnogo sluzi koja potiče od spoljnog sloja semena i ljuski. "Masa 1000 semenki je od 3,5 do 7 g. Vegetacioni period traje 110 - 130 dana" (Kišgeci i sar., 2009).

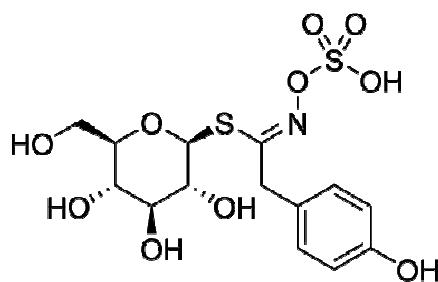
Hemijski sastav i upotreba

Bela slačica se gaji radi dobijanja semena (*Sinapis albae semen*), koje sadrži oko 30 % masnog ulja, oko 25 % belančevina, oko 25 % sluzi, enzim mirozinazu, sinapin, sinapinsku kiselinu i oko 2,5 % glikozida sinalbina (sinalbozid), od koga potiče ljut ukus semena (Kišgeci, 2002; Kišgeci i sar., 2009). Istraživanja su pokazala da sinapin ima značajan antioksidativni efekat, ali mnogo niži u odnosu na sinapinsku kiselinu (Thiyam i sar., 2006). Prilikom iskorišćenja semena bele slačice sluz se mora odstraniti metodom brze ekstrakcije (Balke i Diosady, 2000).

Praćen je sastav masnih kiselina u semenu bele slačice i utvrđeno je da je 7 masnih kiselina uvek prisutno u svim fazama sazrevanja biljke. To su palmitinska, stearinska, oleinska, linolenska, linolna, eikosenska i eruka kiselina. Eruka kiselina je glavna kiselina etarskog ulja bele slačice, ali to procentualno postaje tek 35 dana nakon cvetanja biljke (Dasgupta i Friend, 1973).

Seme bele slačice sadrži sumporni heterozid sinalbin. Drugi nazivi za sinalbin su glukosinalbin, 4-hidroksibenzil glukozinolat i glukosinalbat. Molekulska formula je $C_{14}H_{19}NO_{10}S_2$, a molekulska masa je 425,43 g/mol (EINECS-European Inventory of Existing Commercial chemical Substances).

Sinalbin se pod uticajem enzima mirozinaze i vode razlaže i oslobađa glukozu, sinapin (jedinjenje holina i sinapinske kiseline) i para-hidroksi-benzil-izosulfocijanat koji nije isparljiv i zbog toga bela slačica nakon hidrolize sinalbina nema mirisa.



Slika 4. Strukturna formula sinalbina

Para-hidroksi-benzil-izosulfocijanat je komponenta odgovorna za ukus i za aromu bele slačice. Nije prisutan u slobodnom obliku i isključivo je rezultat hidrolize sinalbina. Ranije je kvantitativno određivan jodometrijskom metodom, nakon konverzije izotiocijanata u tiocijanat. Metoda je primenjiva za čist sinalbin, za seme bele slačice i mešavinu semena bele i crne slačice (Raghavan i sar., 1971). Danas se koriste i savremenije metode.

Masno ulje bele slačice je po kvalitetu slično suncokretovom. Seme bele slačice odlično je sredstvo za konzervisanje namirnica, ukusan je i neškodljiv konzervans. Ipak najveću primenu u prehrambenoj industriji ima kao osnovna sirovina za proizvodnju senfa. U narodnoj medicini upotrebljava se kao blagi laksans i za poboljšanje varenja, protiv grčeva u želucu, upale porebrice i žučnog mehura. Deluje kao stomahik (*stomachic*; pojačava rad

želuca) i mucilaginozum (smiruje nadražaj na kašalj i grčeve glatkih mišića disajnih puteva; Kišgeci, 2002).

Naučne studije su pokazale da se aromatični izotiocijanati (poseduju feniletil, benzil i benzoil grupe) koji su izolovani iz semena bele slačice mogu koristiti u terapeutske svrhe u borbi protiv patogenih bakterija intestinalnog trakta. Ovi aromatični izotiocijanati su se pokazali kao mnogo bolji inhibitori rasta bakterija u odnosu na alifatične izotiocijanate (Aires i sar., 2009; Kim i Lee, 2009). Studije su pokazale da benzil izotiocijanat i 2-feniletil izotiocijanat ispoljavaju visoku antimikrobnu aktivnost, i da su mnogo efikasniji protiv gram-pozitivnih nego protiv gram-negativnih bakterija (Jang i sar., 2010).

Metanolni ekstrakt iz semena bele slačice je pokazao antibakterijsku aktivnost protiv bakterija *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* i *Staphylococcus aureus*. Instrumentalnim analizama je utvrđeno da dve komponente iz ovog ekstrakta pokazuju ovu aktivnost, to su 4-hidroksi-3-nitrofenilacetatna kiselina i sinapinska kiselina (Tesaki i sar., 1998).

Ispitivana je i antioksidativna aktivnost semena bele slačice, pa su iz alkoholnog ekstrakta mlevenog semena izdvojene tri frakcije koje su pokazale najveći efekat antioksidativnosti. To su sinapinska kiselina, para-hidroksibenzoeva kiselina i trihidroksifenolne komponente (flavoni i flavononi). Metoda je hromatografija na tankom sloju sa sprej metodom (Shahidi i sar., 1994).

I etarsko ulje slačice je pokazalo antimikrobno dejstvo protiv bakterija *Escherichia coli* i *Salmonella typhi* (Turgis i sar., 2009).

Gajenje bele slačice

Bela slačica u prvoj polovini vegetacije ima velike potrebe za vlagom. Pogoduju joj plodna, strukturna zemljišta, a ne odgovaraju joj kisela zemljišta. Počinje da niče već na 1 – 2 °C, može izdržati mraz oko -7 °C (Kišgeci, 2002).

"Gaji se u plodoredu, posle krompira, grahorice, repe i dr. Preduseve iz porodica krstašica (kupus, repica i dr.) treba izbegavati, kao i zakorovljena zemljišta. Posle slačice naročito dobro uspeavaju ozime žitarice" (Kišgeci, 2002).

Bela slačica se razmnožava generativno, usev se zasniva direktnom setvom semena. Može se sejati u rano proleće (kraj marta ili početak aprila) ili krajem zime (u toplijim

krajevima). Od mera nege moguća je primena herbicida neposredno pred setvu uz inkorporaciju (Kišgeci i sar., 2009).

"Na korenu se može javiti gljiva *Peronospora parasitica* (Persoon) Fries. Cvet slačice napada insekt *Phyllaereta cruciferae*" (Kišgeci, 2002).

Bela slačica sazreva neravnomerno, žanje se kada plod dobije žutosmeđu boju, kada je seme u gornjim plodovima na prelazu iz voštane u punu zrelost, a stabljike počinju da se suše. Slačica se ne žanje ranije, jer je tada manje ulja u semenu, a ulje se obrazuje do potpunog sazerevanja semena (Kišgeci i sar., 2009).

Bela slačica se žanje u ranim jutarnjim časovima, kada ima rose, jer su tada ljuske elastične. Nakon žetve, seme se prosuši i pročisti. Svetložute je boje, okruglog oblika, bez mirisa, a ukusa uljastog i ljutog. "Za uspešno skladištenje vlažnost semena ne sme biti veća od 12 %" (Kišgeci i sar., 2009).

2.2.7.2. Slačica crna

Brassica nigra (L.) Koch.

Familija: (*Brassicaceae*)



Slika 5. Crna slačica (*Brassica nigra* (L.) Koch.)

Narodni nazivi: crna gorušica, crna gorčica, goruštica, senf, slačica, ognjica, muštar, hardan.

Crna slačica vodi poreklo iz područja Sredozemnog mora i zapadne Azije. Gaji se u Evropi, Aziji i Americi, a kod nas najviše u Vojvodini (Kišgeci i sar., 2009).

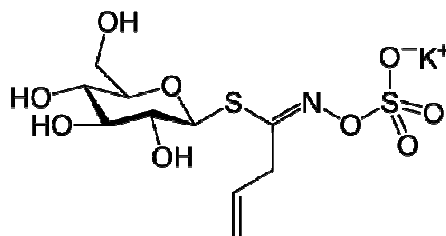
Botaničke karakteristike

"Crna slačica je jednogodišnja zeljasta biljka. Stabljika je okruglog preseka, pri osnovi dlakava, a u gornjem delu gola i razgranata. Visoka je 80 –120 cm. Listovi su različitog oblika i svi su na lisnim drškama" (Kišgeci i sar., 2009). Donji i srednji listovi su perasto deljeni, nazubljeni, zelene boje, a pri vrhu stabljike nalaze se listovi izduženo eliptičnog oblika, plavičastozelene boje. Cvetovi su svetložute boje, smešteni na vrhu, sakupljeni u grozdaste cvasti (Kišgeci i sar., 2009). Cveta od aprila do jula. Plod je spljoštena ljuska dugačka do 3 cm u kojoj se nalazi nekoliko loptastih semenki tamnocrvene boje. Masa 1000 zrna kreće se od 2,2 do 2,8 g. Klijavost semena je 85 – 90 % (Kišgeci i sar., 2009).

Hemijski sastav i upotreba

Crna slačica se gaji radi semena (*Sinapis nigrae semen*) koje sadrži oko 5 % sinigrina (sinigrozid) koji hidrolizom daje alilizotiocijanat. Zatim sadrži do 1,3 % etarskog ulja, oko 30 % masnog ulja, do 25 % belančevina, do 20 % sluzi, kao i sinapinsku kiselinu, holin, enzim mirozinazu i dr. (Kišgeci, 2002; Kišgeci i sar., 2009). Masno ulje semena crne slačice sadrži pored glicerida linolenske, linolne i eruka kiseline i frakcije nezasićenih masnih kiselina (jodni broj 105) što ga čini nepreporučljivim za ljudsku upotrebu, najviše zbog sadržaja eruka kiseline. U zemljama Evropske Unije i SAD ovo ulje je zabranjeno za upotrebu u ishrani (Katzner, 2009).

Seme (*in toto*) nema mirisa. Međutim, žvakanjem dobija uljast, nagorak i nakiseo ukus, a na kraju veoma ljut ukus i miris koji peče i guši i podseća na beli luk (Kišgeci i sar., 2009).

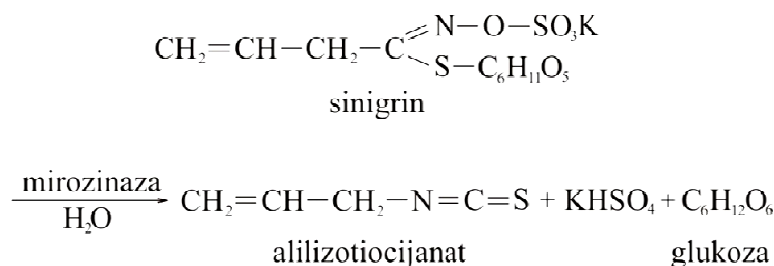


Slika 6. Strukturna formula sinigrina

Sinigrin ima molekulska formulu $C_{10}H_{16}KNO_9S_2$, i molekulska masu 397,46 g/mol (EINECS-European Inventory of Existing Commercial chemical Substances)

Heterozid sinigrin razlaganjem pod uticajem enzima mirozinaze (koji se nalazi u odvojenim ćelijama u semenu slačice) i vode daje glukozu i aglikon (isparljivo etarsko ulje crne slačice koje daje ljut ukus i miris na sumpor; Kišgeci, 2002). Praćeni su produkti hidrolize sinigrina tokom razvojnog ciklusa biljke. Koncentracija sinigrina se smanjuje od stadijuma mladice do rane faze cvetanja, zatim se povećava u kasnoj fazi cvetanja, da bi se ponovo smanjila u toku sazrevanja semena (Rangkadilok i sar., 2002).

Etarsko ulje crne slačice (*Sinapis nigrae aetheroleum*) nije slobodno u semenu, nalazi se u obliku heterozida, dobija se destilacijom pomoću vodene pare iz samlevenog semena, prethodno oslobođenog masnog ulja. Etarsko ulje je bezbojna ili žućkasta bistra tečnost, ljutog ukusa i prodornog mirisa (Kišgeci i sar., 2009).



Slika 7. Razlaganje sinigrina dejstvom enzima mirozinaze

Etarsko ulje crne slačice je glavni predstavnik senevolnih aglikona. Senevoli imaju veliku antimikrobnu moć (fitoncidi). Senevoli su najčešće estri izotiocijanovodonične kiseline $\text{S} = \text{C} = \text{NH}$. Etarsko ulje crne slačice sastoji se od alilsenevola ili alil-izotiocijanida. "Vrednost crne slačice određuje se prema procentu sinigrozida koji se izračunava na osnovu određivanja alilsenevola. Tačan postupak određivanja je opisan u farmakopeji" (Tucakov, 1996).

Seme i etarsko ulje crne slačice u narodnoj medicini se koriste kao rubefacijens (kao podražajno sredstvo za izazivanje priliva krvi) što pomaže kod reume, išijasa, neuralgije, upala porebrice, a koristi se i protiv pospanosti i bronhitisa. U malim količinama *Sinapis pulvis* pobuđuje apetit i poboljšava funkciju organa za varenje (Kišgeci, 2002). Rađena su naučna istraživanja i pokazalo se da crna slačica ima i antidijabetičko dejstvo (Srinivasan, 2005).

"Etarsko ulje crne slačice izlučuje se preko bubrega i deluje kao diuretik" (Kišgeci, 2002). Ovo etarsko ulje je vrlo efikasno i energično antiseptično i paraziticidno sredstvo, ali ako se nestručno koristi može biti veoma toksično, pa čak može da izazove i smrt (Tucakov, 1996). U farmaceutskoj industriji od etarskog ulja crne slačice spravlja se veliki broj lekova, ali se oni smeju upotrebljavati jedino i isključivo po savetu lekara da bi se izbegle neželjene posledice (Tucakov, 1996).

U prehrambenoj industriji koristi se kao sirovina za proizvodnju senfa, a takođe i kao začim i konzervans. U nacionalnoj kuhinji Indije se koristi kao začim, dodaje se u završnoj fazi termičke obrade pri pripremi jela, jer visoka temperatura degradira aromu koju daje alilizotiocijanat (Katzner, 2009).

Gajenje crne slačice

Crna slačica nema velikih zahteva u pogledu zemljišta, odgovaraju joj humusna i peskovita zemljišta i ilovača umerene vlažnosti. Gaji se u plodoredu, posle krompira, grahorice, repe i dr. (Kišgeci, 2002). "Izvrсна je predkultura jesenjim žitaricama. Na istu njivu slačica se može sejati posle dve godine" (Kišgeci, 2002).

Crna slačica se razmnožava generativno, usev se zasniva direktnom setvom semena. Može se sejati u rano proleće (kraj marta ili početak aprila) ili krajem zime (u toplijim krajevima). Ranija setva omogućava uspešniju zaštitu od štetočina. Od mera nege moguća je primena herbicida uz inkorporaciju (Kišgeci i sar., 2009).

Na korenu se može javiti gljiva *Peronospora parasitica* (Persoon) Fries u vidu bele prevlake. Cvet slačice napada insekt *Phyllaereta cruciferae*. Mlade biljke napada vrsta buvača, repičin sjajnik i repičina osa. "Šteta se može izbeći ranijom setvom, jer biljke do pojave buvača očvrstnu" (Kišgeci i sar., 2009).

"Crna slačica sazreva neravnomerno, što dovodi do osipanja semena usled pucanja ljuski. Žanje se kada ljuske požute, a seme u donjim ljuskama dobije mrku boju" (Kišgeci i sar., 2009).

Crna slačica se žanje u ranim jutarnjim časovima, kada ima rose, da ne bi došlo do pucanja ljuski i ispadanja semena. Nakon žetve, seme se prosuši i pročisti kroz rešetko kako

bi se odvojile sve nečistoće. Osušeno seme se pakuje u vreće od višeslojne hartije i čuva na suvom i promajnom mestu (Kišgeci i sar., 2009).

Sinapis nigrae semen i *Sinapis nigrae aetheroleum* su oficinalne droge prema našoj farmakopeji IV. Za etarsko ulje crne slačice (*Sinapis nigrae aetheroleum*) Zavod za standardizaciju je propisao standard JUS H.H9.074 (Tabela 3).

Tabela 3. Karakteristike etarskog ulja crne slačice (*Sinapis nigrae aetheroleum*) propisane standardom JUS H.H9.074

Svojstva	Karakteristike
Spoljni izgled	Bezbojna ili žućkasta, vrlo gibava tečnost, optički neaktivna s jakim lomom svetlosti
Miris	Vrlo jak i svojstven. Izaziva suze i jako nadražuje sluzokožu, pali kožu (izaziva plikove)!
Ukus	Pali. - Ulje je vrlo otrovno!
Relativna gustina na 15 °C /15 °C	Od 1,012 do 1,030
Refrakcioni broj na 20 °C	Od 1,5268 do 1,5290
Tačka vrelišta	Od 147 °C do 153 °C (760 mm)
Rastvorljivost	1 volumen ulja se rastvara u 0,5 volumena 90 vol % etanola
Sadržaj alilnog izotiocijanata $\text{CH}_2 = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{N} = \text{C} = \text{S}$ Mol. tež. 99,16	Najmanje 92 %

Etarsko ulje ne sme sadržati vodu ni etanol. Sintetičko alilgorušično ulje ne smatra se falsifikatom (Kišgeci, 2002).

"Etarsko ulje se čuva u aluminijumskim posudama težine 1 kg, smeštenim u suvim i hladnim prostorijama koje su zaštićene od toplote i vatre" (Kišgeci, 2002).

Sintetički alilizotiocijanat se koristi kao insekticid, baktericid i nematocid (Romanowski i Klenk, 2005).

Lekovito, aromatično i začinsko bilje koje se koristi u proizvodnji senfa kao osnovna ili kao pomoćna sirovina mora da bude usaglašeno sa Pravilnikom o kvalitetu začina, ekstrakata začina i mešavina začina ("Sl. list SFRJ", br. 4/85 i 84/87 i "Sl. list SCG, br. 56/2003 – dr. pravilnik i 4/2004 – dr. pravilnik).

2.2.8. Lekovito, aromatično i začinsko bilje kao pomoćne sirovine u proizvodnji senfa

Pored crne i bele slačice koje su osnovne komponente u tehnološkom postupku proizvodnje senfa, koristi se niz drugih lekovitih i aromatično-začinskih biljaka koje

proizvodu daju ukus, miris, boju i koje ulaze u sastav recepture senfa kao pomoćne sirovine.

2.2.8.1. Korijander

Coriandrum sativum L.

Familija: (*Apiaceae*)



Slika 8. *Coriandrum sativum* L. (*Koehler's Medicinal-Plants*)

Narodni nazivi: papric, paprič, korijandr, korion

Korijander je jedna od najstarijih aromatičnih i višenamenskih biljaka. Spada u aromatično-začinske biljke sa etarskim uljima. Značajno se proizvodi u Rusiji, Bugarskoj, Rumuniji, Poljskoj, Nemačkoj, Maroku, a u našoj zemlji pretežno u Vojvodini (Kišgeci i sar., 2009).

Botaničke karakteristike korijandera

Korijander je jednogodišnja zeljasta biljka, vretenastog i dobro razvijenog korena. "Stablo je visoko 20 – 150 cm, uspravno, okruglog preseka, glatko, ponekad cilindrično rebrasto i u gornjem delu razgranato" (Kišgeci i sar., 2009). Donji listovi su perasti na dugim drškama sa okruglim liskama, srednji listovi su dvostruko perasti, a gornji duboko urezani i sa uskim liskama. "Cvast je složeni štit koji se sastoji od 3 – 6 štitova sa po 5 – 10 cvetova. Cvetovi su petodelni. Krunični listići su bele ili crvenkaste boje. Plod je loptast

šizokarp, sastavljen od dva plodića. Plodovi su sitni i laki, masa 1000 zrna je 5 – 7 g" (Kišgeci i sar., 2009). Na osnovu veličine ploda razlikujemo krupnozrni ili marokanski korijander i sitnozrni korijander koji se gaji u većini zemalja.

Plod je žućkaste ili svetlosmeđe boje, tvrd, prijatnog aromatičnog mirisa i naljutog ukusa.

Hemijski sastav i upotreba

Korijander je začinska, aromatična, medonosna i lekovita biljka. Plod korijandera sadrži 0,4 – 1,5 % etarskog ulja i to ga više sadrže sitnozrni plodovi (Kišgeci i sar., 2009).

"Etarsko ulje se dobija destilacijom pomoću vodene pare iz zrelih, zdrobljenih plodova. To je bezbojna ili žućkasta tečnost, prijatnog, aromatičnog mirisa i naljutog ukusa. Osnovni sastojak ovog ulja je linalol (60 – 80 %"; Kišgeci i sar., 2009) koji se upotrebljava u kozmetičkoj industriji. Plod sadrži 20 % masnih ulja, do 18 % belančevina, mineralne materije (Kišgeci i sar., 2009).

U humanoj medicini korijander ulazi u sastav raznih lekova za lečenje organa za varenje, naročito protiv tegoba nastalih nepravilnim varenjem hrane (Kišgeci i sar., 2009). Etarsko ulje korijandera deluje antimikrobno. Utvrđeno je da ima antimikrobnog uticaja na bakterije roda *Salmonella choleraesuis* (Kubo i sar., 2004).

Moguće su i alergijske reakcije na plod i etarsko ulje zbog prisustva furokumarina (Ebo i sar., 2006).

Dokazano je da korijander smanjuje nivo holesterola i triglicerida u krvi (Chithra i Leelamma, 1997). Takođe stimuliše i lučenje insulina, a samim tim ima antidijabetičko dejstvo (Gray i Flat, 1999).

Ipak, najveće količine ploda i etarskog ulja koriste se u prehrambenoj industriji, kao začini i konzervansi. Lišće i seme korijandera su bogati antioksidantima koji mogu odložiti ili sprečiti kvar namirnica, a utvrđeno je da antioksidanti iz lišća korijandera imaju jače dejstvo od plodova korijandera (Wangensteen i sar., 2004).

U evropskoj kuhinji se uglavnom koristi seme (kao začini, dodatak mnogim jelima, pecivima, senfu, likerima, pivu, kompotima, marinadama), dok se u južnoameričkoj i azijskoj kuhinji više koristi lišće korijandera pripremljeno kao zelje, za razne salate, sireve, umake. Za drogu *Coriandri fructus* propisan je standard JUS E.B3.038 (Tabela 4).

Tabela 4. Karakteristike droge *Coriandri fructus* propisane standardom JUS E.B3.038

Osobine	Sadržaj u %
Etarsko ulje, najmanje	0,6
Nedozreli plodovi, najviše	5,0
Lomljeni plodovi, najviše	8,0
Organske (biljne) nečistoće, najviše	1,0
Organske (životinjske) nečistoće	-
Neorganske nečistoće, najviše	4,0
Vlaga, najviše	10,0
Pepeo, najviše	7,0

Za *Coriandri aetheroleum* - etarsko ulje korijandera propisan je standard JUS H.H9.060 (Tabela 5).

Tabela 5. Karakteristike *Coriandri aetheroleum* - etarskog ulja korijandera propisane standardom JUS H.H9.060

Svojstva	Karakteristike
Spoljni izgled	Bistra, bezbojna do slabožućkasta tečnost
Miris	Svojstven, jak, podseća na miris linalola
Relativna gustina na 20 °C/20 °C	Od 0,863 do 0,885
Indeks refrakcije na 20 °C	Od 1,462 do 1,472
Optička rotacija na 20 °C	Od +8° do +13°
Mešljivost sa etanolom 95 % (V/V) na 20 °C	8 zapremina etanola 95 % (V/V) na 20 °C sa 1 zapreminom etarskog ulja daje bistar rastvor. Pri daljem dodavanju rastvarača ne sme se pojaviti замуćenost ili opalescentnost
Kiselinski broj	Najviše 5,0
Estarski broj	Najviše 23
Estarski broj nakon acitilovanja	Od 125 do 190
Sadržaj linalola određen hromatografski	Do 70 %

2.2.8.2. Bosiljak

Ocimum basilicum L.
 Familija: (*Lamiaceae*)

Narodni nazivi: bosilek, bosilj, bosilje

Bosiljak pripada aromatično-začinskim biljkama sa etarskim uljima. To je višenamenska biljna vrsta koja se koristi kao začinska, lekovita, ukrasna i obredna biljka.

Prvobitna postojbina bosiljka je Indija, odakle ga monasi u XII veku donose u Evropu. Gaji se najviše u Francuskoj, Italiji, Bugarskoj, Izraelu, Rusiji, SAD, Indoneziji, na Jamajci i Maroku, a kod nas najviše u Vojvodini (Kišgeci i sar., 2009).



Slika 9. *Ocimum basilicum* L.

Botaničke karakteristike bosiljka

"Bosiljak je zeljasta biljka. Rod *Ocimum* obuhvata oko 150 vrsta koje se međusobno razlikuju po morfološkim karakteristikama, po sadržaju i hemijskom sastavu etarskog ulja" (Kišgeci i sar., 2009). U okviru vrste *Ocimum basilicum* postoji veći broj varijeteta (Jirovetz i sar., 2003a).

Ima vretenast, razgranat koren, stablo uspravno, visoko 20 – 80 cm, u donjem delu gusto razgranato. "Listovi su na lisnim drškama, jajasti do lancetasti" (Kišgeci i sar., 2009). Površina liske je gola, ravna ili naborana, zelena ili sa antocijanima (ružičasta, rubin, tamni opal; Phippen i Simon, 1998).

"Obod lista je slabo nazubljen. Cvetovi su sitni, beli ili svetloružičasti. Plod je crna ili tamnobraon orašica. Masa 1000 zrna je 1,2 – 1,8 g" (Kišgeci i sar., 2009). Droga je zelene boje, karakterističnog prijatnog mirisa, ukusa gorkog i aromatično naljutog.

Hemijski sastav i upotreba

Od bosiljka se kao droga koriste zeljasti deo biljke u cvetu i etarsko ulje. "U nadzemnim delovima bosiljka ima 0,5 – 2,0 % etarskog ulja" (Kišgeci i sar., 2009).

"Glavni sastojci etarskog ulja su linalol, estragol (metil kavikol) i eugenol" (Kišgeci i sar., 2009). Osim glavnih sastojaka etarsko ulje sadrži i cineol, kamfor, geraniol, ocimen i pinen u manjim količinama. "Sem etarskog ulja biljka sadrži još vitamin B₁ (0,1 – 0,2 mg), vitamin C (150 – 250 mg), karotin (1,2 – 2,8 mg) i gorke materije" (Kišgeci i sar., 2009). Bosiljak deluje kao dezinficijens, karminativ (sprečava nadutost želuca), antitusik (protiv kašlja), diuretik, a u narodu se od davnina upotrebljava kao sredstvo za umirenje i otklanjanje nervne napetosti (Kišgeci i sar., 2009).

U prehrambenoj industriji najveću primenu ima kao začin, u mnogim sosovima, marinadama, prelivima, u proizvodnji senfa, pa čak i u proizvodnji sladoleda i čokolada. Koristi se u svežem ili osušenom obliku (jaču aromu ima svež bosiljak). Bosiljak sušen u konvencionalnim uslovima gubi dosta u aromatičnim komponentama, a naučno je dokazano da se aromatski kompleks najbolje sačuva kada se biljka suši vakuum-mikrotalasnim načinom sušenja (Yousif i sar., 1999).

Objavljene su naučne studije u kojima se dokazuje antioksidativna moć bosiljka, zatim njegovo antikancerogeno, antiviralno i antimikrobno dejstvo (Chiang i sar., 2005; Božin i sar., 2006; Manosroi i sar., 2006; Almeida i sar., 2007).

Za *Basilici aetheroleum* - etarsko ulje bosiljka Zavod za standardizaciju propisao je standard JUS H.H9.080 (Tabela 6).

Tabela 6. Karakteristike *Basilici aetheroleum* - etarskog ulja bosiljka propisane standardom JUS H.H9.080

Svojstva	Karakteristike
Spoljni izgled	Bezbojna ili žućkasta tečnost
Miris	Svojtven, aromatičan, opojan
Ukus	Gorak, peče
Relativna gustina na 15 °C/15 °C	Od 0,900 do 0,990
Ugao skretanja na 20 °C	Od -18° do +12°
Refrakcioni broj na 20 °C	Od 1,4800 do 1,5200
Rastvorljivost	1 zapremina ulja se rastvara u 1 zapremini 80 % (V/V) etanola

2.2.8.3. Peršun

Petroselinum sativum Hoff.

Familija: (*Apiaceae*)



Slika 10. *Petroselinum sativum* Hoff. (*Koehler's Medicinal-Plants*)

Narodni nazivi: ak, majdonos, zelen

Peršun pripada aromatično-začinskim biljkama sa etarskim uljima. To je samonikla biljka sa područja Mediterana i jugozapadne Azije, odakle je prenet na skoro sve kontinente. Od davnina peršun je poznat kao lekovita biljka, začim i povrće. Postoji veći broj sorti koje se razlikuju po izgledu, hemijskom sastavu i lekovitom delovanju. Sve sorte se mogu svrstati u dve grupe, korenjaše i lišćare (Kišgeci i sar., 2009).

Botaničke karakteristike peršuna

Peršun je dvogodišnja zeljasta biljka koja u prvoj godini formira koren i rozetu listova, a u drugoj cveta i plodonosi. Koren peršuna korenjaša je vretenast, zadebljan u gornjem delu, i ima mesnat centralni deo. Lišćar ima kratak glavni koren iz koga izbijaju veliki broj bočnih korenova, a unutrašnjost nije mesnata već vlaknaste strukture. Peršun lišćar formira bogatu rozetu listova (Kišgeci i sar., 2009).

U drugoj godini formira se cvetonošno stablo, cvetovi su sitni, žutozelene boje sakupljeni u štitastu cvast. Plod je jajast šizokarpium, seme je sitno, masa 1000 zrna je oko 1 g (Kišgeci i sar., 2009).

Hemijski sastav i upotreba

Od peršuna se koristi list, koren, plod i etarsko ulje. "Etarskog ulja ima u svim delovima biljke. U zrelih plodovima ga ima 3 – 7 %, u lišću manje, a u korenu 0,1 – 0,5 %. U plodovima takođe ima i masnog ulja do 20 %, belančevina i dr." (Kišgeci i sar., 2009).

Tabela 7. Nutritivna vrednost sirovog peršuna u 100 g (USDA Nutrient database)

Energetska vrednost	151 kJ (36 kcal)
Ugljeni hidrati	6,3 g
– mono i disaharidi	0,9 g
– dijetna vlakna	3,3 g
Masti	0,8 g
Proteini	3,0 g
Vitamin B ₁	0,1 mg
Vitamin B ₂	0,2 mg
Vitamin B ₃	1,3 mg
Vitamin B ₅	0,4 mg
Vitamin B ₆	0,1 mg
Vitamin B ₉	152,0 µg
Vitamin C	133,0 mg
Vitamin K	1640,0 µg
Kalcijum	138,0 mg
Gvožđe	6,2 mg
Magnezijum	50,0 mg
Fosfor	58,0 mg
Kalijum	554,0 mg
Cink	1,1 mg

Peršun deluje kao jak diuretik (Kreydiyyeh i Julnar, 2002) i spazmolitik. U narodnoj medicini se koristi od davnina kao stomahik, kao galaktogog (pospešuje laktaciju), ali se ne preporučuje samomedikacija zbog mogućih iritacija bubrežnog epitela i srčanih aritmija.

Etarsko ulje peršuna se dobija destilacijom pomoću vodene pare, iz zrelih samlevenih plodova. To je tečnost bez boje ili žućkaste do žućkastozelene boje, prijatnog aromatičnog mirisa i ukusa. Glavni sastojci ovog etarskog ulja su miristicin i apiol (Chlodwig i Glasl, 1975). Koren sadrži apiin, fenole, aldehide, ketone, flavonoide, sluzi i šećere. Iz lišća peršuna identifikovano je četrnaest isparljivih aromatičnih komponenti metodom gasne hromatografije i masene spektrometrije (Freeman i sar., 1975).

Peršun se koristi u ishrani jer list sadrži vitamin C (150 – 180 mg/100 g suvog lista) i provitamin A (do 5 mg na 100 g suvog lista; Kišgeci i sar., 2009). "U korenu peršuna korenjaša ima do 40 mg vitamina C na 100 g suvog korena" (Kišgeci i sar., 2009).

Najveću primenu peršun ima u prehrambenoj industriji kao začin i kao dodatak hrani.

Za kvalitet droge *Petroselinum radex* propisan je standard JUS E.B3.025 (Tabela 8).

Tabela 8. Karakteristike droge *Petroselinum radex* propisane standardom JUS E.B3.025

Osobine	Sadržaj u % za I kvalitet	Sadržaj u % za II kvalitet
Razdrobljenih delova korena, najviše	1	3
Komadi duži od 2 cm, najviše	2	6
Organske (biljne) nečistoće, najviše	1	2
Organske (životinjske) nečistoće	-	-
Neorganske primese, najviše	1	4
Vlaga, najviše	14	14
Pepeo, najviše	7	7

Za *Petroselinum aetheroleum* - etarsko ulje peršuna propisan je standard JUS H. H9.071 (Tabela 9).

Tabela 9. Karakteristike *Petroselinum aetheroleum* - etarskog ulja peršuna propisane standardom JUS H. H9.071

Svojstva	Karakteristike
Spoljni izgled	Bistra tečnost, ponekad kristalizuje
Boja	Skoro bezbojna do ćilibarnožute
Miris	Karakterističan, na zdrobljen list peršuna, različit od mirisa zelenih delova biljke
Relativna gustina na 20 °C/20 °C	Od 0,888 do 0,974
Indeks refrakcije na 20 °C	Od 1,500 do 1,522
Optička rotacija na 20 °C	Od -8° do +8°
Mešljivost sa etanolom 80 % (V/V) na 20 °C	Za dobijanje bistrog rastvora ponekad sa slabom zamućenošću, 1 zapremina ulja ne sme da zahteva više od 5 zapremina etanola 80 % (V/V) na 20 °C
Kiselinski broj	Najviše 6
Estarski broj	Od 1,6 do 16,0

2.2.8.4. Mirođija

Anethum graveolens L.

Familija: (*Apiaceae*)



Slika 11. *Anethum graveolens* L. (Koehler's Medicinal-Plants)

Narodni nazivi: kopar, koper, mirudija, anita, dil

Mirođija pripada aromatično-začinskim biljkama sa etarskim uljima. To je stara začinska i lekovita biljka koja potiče sa istočne obale Sredozemnog mora, odnosno zapadne Azije. Gaji se u celoj Evropi, Severnoj Americi i na severu Afrike. I kod nas svuda dobro uspeva, a najviše se gaji u Vojvodini (Kišgeci i sar., 2009).

Botaničke karakteristike mirođije

"Mirođija je jednogodišnja zeljasta biljka. Koren joj je slab, tanak, vretenast, beličaste boje" (Kišgeci i sar., 2009). Stablo je visoko, razgranato sa uzdužnim žlebovima. Listovi su perasto deljeni i različitog oblika i veličine, na dnu su krupniji, a ka vrhu sitniji. Cvetovi su petodelni, žute boje, hermafroditni, a plod je šizokarp jajastog oblika. Masa 1000 zrna kreće se od 1,1 do 2,0 g (Kišgeci i sar., 2009).

Hemijski sastav i upotreba

Koristi se nadzemni deo biljke, plod i etarsko ulje mirođije. U plodovima ima oko 4 % ulja, a u svežoj herbi oko 0,5 % (Kišgeci i sar., 2009).

"Etarsko ulje je bezbojna ili žućkasta, providna tečnost prijatnog i oštrog mirisa" (Kišgeci i sar., 2009). Sadrži karvon (do 70 %), beta-limonen, alfafelandren. "U plodovima se nalazi do 18 % masnog ulja i do 16 % belančevina" (Kišgeci i sar., 2009).

Pored karvona, limonena i felandrena, pronađeno je prisustvo i umbeliferona (Dhalwal i sar., 2008).

Metodom gasne hromatografije je pronađeno da seme mirođije ima karvon kao dominantnu isparljivu komponentu koja daje aromu, a biljka ima alfafelandren i miristicin kao dominantne isparljive komponente (Blank i Grosch, 1991).

Mirođija deluje kao spazmolitik, karminativ, stomahik, bakteriostatik i diuretik. Dokazani su antioksidativni potencijal, antibakterijsko i antimikotičko dejstvo etarskog ulja i ekstrakta mirođije (Singh i sar., 2005).

U prehrambenoj industriji najveću primenu ima kao začim, dodaje se u mnoge salate, variva, maslac, majonez, senf.

Sušenje mirođije se vrši u sušarama na temperaturi do 40 °C i teži se da se očuva zelena boja herbe.

Za proizvodnju etarskog ulja koristi se mirođija čiji su plodovi počeli da menjaju zelenu boju u žutosmeđu, jer se u toj fazi dobija etarsko ulje najboljeg kvaliteta.

Rađena su ispitivanja na etarskom ulju dobijenom iz semena mirođije koje je čuvano više od 35 godina, i nađeno je da isparljive komponente nisu izgubile na kvalitetu ni na antimikrobnoj moći (Jirovetz i sar., 2003b).

Za kvalitet droge *Anethi fructus* propisan je standard JUS E.B3.100 (Tabela 10).

Tabela 10. Karakteristike droge *Anethi fructus* propisane standardom JUS E.B3.100

Osobine	Sadržaj u % za I kvalitet	Sadržaj u % za II kvalitet
Etarsko ulje, najmanje	2,5	1,5
Nedozreli plodovi, najviše	2,0	5,0
Izlomljeni plodovi, najviše	2,0	5,0
Drugi delovi biljke, najviše	1,0	3,0
Organske (biljne) nečistoće, najviše	1,0	2,0
Organske (životinjske) nečistoće	-	-
Neorganske nečistoće, najviše	0,3	1,0
Vlaga, najviše	10,0	10,0
Pepeo, najviše	7,0	7,0

Za *Anethi herbae aetheroleum* - etarsko ulje mirođije propisan je standard JUS H.H9.051 (Tabela 11).

Tabela 11. Karakteristike *Anethi herbae aetheroleum* - etarskog ulja mirođije propisane standardom JUS H.H9.051

Svojstva	Karakteristike
Spoljni izgled	Bezbojna, zelenkasto-modrikasta ili zelenkasta gibava tečnost, što zavisi od razvojnog stadijuma izvornog materijala
Miris	Svojstven, aromatičan koji podseća na kim
Ukus	Najpre blag, zatim oštar i pali
Relativna gustina (d 15 /15 °C)	Od 0,878 do 0,910
Ugao skretanja (α^{20}_D)	Od +86° do +105°
Refrakcioni broj na 20 °C (n^{20}_D)	Od 1,4770 do 1,4841
Sadržaj karvona	Od 12,0 do 40,0 % (zavisi od izvorne sirovine)
Rastvorljivost	1 volumen ulja se rastvara u 0,5 do 1,5 volumena 90 % (V/V) etanola na 20 °C, uz opalescenciju

2.2.8.5. Đumbir

Zingiber officinale Roscoe
 Familija: (*Zingiberaceae*)



Slika 12. *Zingiber officinale* Roscoe

Narodni nazivi: đumber, isiot, ingver

Đumbir pripada aromatično-začinskim biljkama sa etarskim uljima, i to biljkama koje se u svetu gaje radi proizvodnje začina i sredstava za uživanje. Đumbir je omiljeni egzotični začin poreklom iz jugoistočne Azije, a u Evropu su ga doneli arapski trgovci u IX veku. "Na tržištu se može naći beli i crni đumbir, zatim u obliku praha i kaše. Najcenjeniji je đumbir sa Jamajke" (Kišgeci i sar., 2009).

Botaničke karakteristike đumbira

Višegodišnja zeljasta biljka, izduženih listova i sitnih žutih cvetova. U zemljištu obrazuje razgranat rizom, spljošten, tvrd, težak i kvrgav. Ogranci su široki i zaobljeni, a tkivo rizoma žuto. Neoguljen rizom ima smeđesivu boju i grubo naboranu površinu, a oguljen je svetlije boje i glatke površine. Đumbir je ljutog i specifičnog aromatičnog ukusa (Kišgeci i sar., 2009).

Hemijski sastav i upotreba

Đumbir se upotrebljava kao ljuto aromatično sredstvo, i za izradu oficinalne aromatične tinkture (Kišgeci i sar., 2009).

"Svež rizom đumbira sadrži 2,5 – 3,0 % etarskog ulja od koga potiče aroma. Sastav etarskog ulja zavisi od porekla" (Kišgeci i sar., 2009). U sastavu dominiraju seskviterpeni zingiberin (30 – 70 %), β -bisabolen (10 – 15 %), β -seskvifelandren (15 – 20 %), α -arnezon (Ali i sar., 2008). Sadrži i fenole-fenilalkanone i fenilalkanonole (gingeroli i šagoli) koji su odgovorni za antiemetično delovanje (protiv mučnine i povraćanja; Ernst i Pittler, 2000). Sadrži još 5 – 8 % smole, skroba, sluzi (Kišgeci i sar., 2009).

"Seskviterpenski ugljovodonik zingiberin je zastupljen u etarskom ulju u količini od preko 70 %, ali karakterističnu aromu đumbira daje seskviterpenski alkohol zingiberol, a ljut ukus đumbira potiče od neisparljivih fenolskih sastojaka gingerola (oko 1 %)" (Kišgeci i sar., 2009). Od izolovanih 6-, 8- i 10-gingerol pronađeno je da 10-gingerol pokazuje najveću aktivnost u inhibiciji bakterije tuberkuloze *Mycobacterium tuberculosis*, *in vitro* (Hiserodt i sar., 1998).

"Droga dolazi u promet kao crni đumbir (neoguljen rizom) i kao beli đumbir (oguljen rizom). Guljenje se obavlja pre sušenja i pri tom se pazi da se odstrani samo kožasto tkivo" (Kišgeci i sar., 2009).

Đumbir potpomaže varenje, koristi se kao antiemetik, smanjuje nivo holesterola i triglicerida u krvi i efikasno čisti krvne sudove. Ublažava tegobe izazvane prehladom i tada se preporučuje uzimanje praha đumbira sa medom. Ima antipiretičko i antibakterijsko dejstvo (O' Hara i sar., 1998).

Osim u lekovite svrhe đumbir se koristi kao začín u prehrambenoj industriji, jer je prijatnog ukusa, umereno ljut i kiselkast, jakog mirisa pa jelima daje specifičan i pikantan ukus. Dodaje se u testa (hleb i peciva), kolače, pivo, senf, variva, supe i kuvano voće.

2.2.8.6. Kurkuma

Curcuma longa L.

Familija: (*Zingiberaceae*)



Slika 13. *Curcuma longa* L. (Koehler's Medicinal-Plants)

Narodni nazivi: žuti đumbir, žuti koren, turmerik

Kurkuma potiče iz tropske Južne Azije (Južne Indije i Indonezije). Pripada porodici đumbira. Sadrži eterična ulja, koristi se kao začín i kao prirodna boja. U srednjem veku su je nazivali "indijski šafran", zbog lepe narandžaste boje, a zbog znatno niže cene "sirotinjski šafran". Uspeva u Indiji, Kini, Australiji, na Karipskim ostrvima, u Peruu.

Botaničke karakteristike kurkume

Kurkuma je višegodišnja zeljasta biljka koja naraste i do 1 m. Rizom joj je vrlo sličan đumbirovom rizomu, razgranat je, cilindričan, meso mu je žute do narandžaste boje, vrlo aromatičan. Lišće je glatko, ovalnog ili elipsoidnog oblika u osnovi usko, a na vrhu oštro. Noseći listovi su šiljasti, beli ili zeleni, nekada i crvenkasto-purpurni. Cvast sadrži mnogo cvetova. Krunica je svetložuta, a krunični listići u obliku trougla.

Hemijski sastav i upotreba

Kurkuma sadrži 1,4 – 5,6 % etarskog ulja koje se sastoji najčešće od mono- i seskveterpenoida. Etarsko ulje iz lista kurkume sadrži kao glavne komponente α -felandren (47,7 %) i terpinolen (28,9 %; Oguntimein i sar., 1990). Žutonarandžasta boja ovog začina potiče od žutog pigmenta kurkumina i dezmetoksikurkumina.

Hemijski sastav etarskog ulja iz rizoma kurkume utvrđen je metodama gasne hromatografije i masene spektrometrije i nađeno je da etarsko ulje iz rizoma sadrži kurkumen (18,6 % – 41,4 %), ksantorizol (21,5 % – 25,7 %), α -turmeron (do 24,7 %), turmeron (do 29,5 %), turmerol (do 20,0 %), β -kurkumin (do 25,5 %), 1,8-cineol (do 14,2 %), u zavisnosti od same vrste kurkume (Zwaving i Bos , 1992).

Kombinacijom metoda gasne hromatografije, gasne hromatografije-masene spektrometrije, izdvojene su 84 komponente iz etarskog ulja rizoma kurkume i 83 komponente iz etarskog ulja lista kurkume (Raina i sar., 2002).

U prehrambenoj industriji kurkuma se koristi kao začina, zbog svoje specifične arome, ukus je blago sladak, ljutkast i blago gorak. Miris je aromatičan, podseća na đumbir, pomorandžu i biber. Koristi se i kao prehrambena boja u proizvodnji senfa, majoneza, pasti, margarina, putera, sira, jogurta, salata, konzervisane piletine. Kao aditiv u prehrambenoj industriji ima oznaku E100 (žuto-narandžasta boja). Osnovni je sastojak mešavine začina za kari, upravo kurkuma daje boju kariju.

Trebalo bi da bude skladištena na tamnom mestu, jer pod dejstvom svetlosti gubi boju i aromatičnost.

Kurkuma stimuliše lučenje želudačnih sokova, pospešuje varenje, dobar je laksativ, diuretik, analgetik. Žuti pigment kurkumin je proučavan i utvrđeno je da ima antiinflamatorno, antikancerogeno i antioksidativno dejstvo (Aggarwal i sar., 2005). Etarsko ulje iz lista kurkume ima fungicidno dejstvo (Kiran Babu i sar., 2007).

2.2.8.7. Piment

Pimenta dioica L. Merr

Familija: (*Myrtaceae*)



Slika 14. *Pimenta dioica* L. Merr (Koehler's Medicinal-Plants)

Narodni nazivi: jamajčanski biber, čudesni biber

Piment je biljna vrsta iz porodice *Myrtaceae*, a plod je istoimeni začina. Potiče sa Jamajke, a kasnije je drvo otkriveno i na Kubi i u Meksiku. U Evropu ga je doneo Christopher Columbus koji mu je i dao ime. Do danas Jamajka je najveći proizvođač ovog začina, ostvaruje čak dve trećine svetske proizvodnje (Rodriquez, 1969; Buisseret i Randle, 1996).

Botaničke karakteristike pimenta

Pimenta dioica je zimzeleno drvo koje dostiže visinu 6 – 15 m. Listovi su jednostavni i kožasti. Biljke imaju odvojene polove kao što i samo botaničko ime govori (*dioecious*). Cvetovi biljke su beli, a plod je čvrsto zrno prečnika 0,5 – 0,8 cm. Plodovi se ubiraju dok još nisu zreli jer tada imaju najbolju aromu. Crvena boja plodova je znak pune zrelosti i tada je aroma značajno slabija.

Hemijski sastav i upotreba

Kao začina koriste se plodovi (zrna) koji su nezreli, uključujući i etarsko ulje. U sastavu ovog etarskog ulja (kojeg ima oko 4 %) dominira eugenol čiji sadržaj varira od 30 % do 90 %.

Eugenol je komponenta koja se nalazi i u karanfiliću, tako da aroma pimenta pomalo podseća na karanfilić s tim što je kod pimenta ona znatno oštrija. Piment nazivaju još i kvatro-začin, jer svojom aromom podseća na 4 arome. Pored karanfilića, aroma podseća i na cimet, biber i oraščić.

Etarsko ulje se dobija iz zrna destilacijom vodenom parom. Metodom gasne hromatografije i masene spektrometrije utvrđen je sastav etarskog ulja pimenta. Komponente koje su identifikovane su eugenol, metil-eugenol, α -pinen, β -pinen, mircen, α -felandren, limonen, 1,8-cineol, para-cimen, linalol, terpinolen, terpinen i dr. (Lancashire, 2007).

Zbog fenola ovo etarsko ulje ima iritirajuće dejstvo na kožu i sluzokožu, a neka istraživanja su pokazala da metil-eugenol ima kancerogeno dejstvo u proučavanju na životinjama, tako da ovo ulje ne bi trebalo da bude u upotrebi. U ekstraktu lišća pimenta pronađeno je da je odnos metil eugenola i eugenola 15:85.

Piment se veoma koristi u nacionalnim kuhinjama srednjeameričkih i južnoameričkih zemalja, pored ploda koristi se i lišće, a na Karibima se koristi i aromatično drvo pimenta u pripremi jela sa roštilja. U Nemačkoj se koristi kao začin pri spravljanju Božićnih kolača. Pored glavne primene u prehrambenoj industriji gde se koristi kao začin, piment nalazi i primenu u spravljanju likera od pimenta (Brooks, 2007).

Piment se koristi protiv inflamatornih procesa u organizmu. Rađene su studije i dokazano je da kvercetin i kvercetin metil ester koji ulaze u sastav ekstrakta pimenta mogu da inhibiraju histamin (Nitta i sar., 2009).

Dobar je digestiv, karminativ i rubefacijens.

2.2.8.8. Slatka začinska paprika

Capsicum annuum L. var *Longum*, *Grossum*, *Abreviatum*, *Typicum* i dr.

Familija: (*Solanaceae*)

Narodni nazivi: aleva paprika

Slatka začinska paprika je začin koji je dobijen mlevenjem osušenih plodova paprike biljke *Capsicum annuum* L koja ima veliki broj varijeteta. Razlikuju se po izgledu, veličini, boji, sastavu, aromi. Paprika je jednogodišnja biljka, i zbog svih svojih varijeteta neće biti reči o botaničkim karakteristikama.

Začin je prvi put napravljen u Španiji, a danas je Mađarska zemlja koja je veoma poznata u spravljanju ovog začina, od slatke do ljute začinske paprike.

Ovaj začin se dobija sušenjem i mlevenjem celog, fiziološki zrelog ploda odgovarajuće sorte. "To je začin crvene boje, dobre moći bojenja, prijatne arome i ukusa, koji znatno poboljšava senzorna svojstva hrane. Za proizvodnju slatke mlevene začinske paprike koriste se sorte koje se u fiziološkoj zrelosti odlikuju intenzivno crvenom bojom, visokim sadržajem suve materije, bojenih materija i tankim perikarpom" (Varga i Vujičić, 2008a).

Uobičajeno je da se vrši dozrevanje sirovine čime se povećava sadržaj bojenih materija 30 – 300 puta (sinteza karotenoida; Varga i Vujičić, 2008a) kao i sadržaj suve materije. "Smanjuje se sadržaj šećera kao posledica sinteze karotenoida, ali je ovaj gubitak tehnološki poželjan jer se smanjuje mogućnost nepoželjnog neenzimatskog potamnjenja tokom sušenja i mlevenja. Početni sadržaj vode u paprici se smanjuje sa 82 – 85 % na oko 20 – 30 %" (Varga i Vujičić, 2008a). Paprika se suši u kontinualnim trakastim sušarama, u početku na temperaturi ne višoj od 80 °C, a u završnoj fazi na ne višoj od 60 °C. Vreme sušenja je 3 – 5 sati, a sadržaj vlage u krajnjem proizvodu treba da iznosi oko 5 % (Varga i Vujičić, 2008a). Dugo vreme sušenja ima za posledicu loš kvalitet proizvoda (dolazi do karamelizacije i neenzimatskog potamnjenja, reakcije šećera i aminokiselina) što rezultira promenom boje, ukusa, mirisa i velikog gubitka vitamina C (Varga i Vujičić, 2008a). Da paprika ima veliku količinu vitamina C prvi je otkrio 1932. god. mađarski nobelovac Albert Szent-Gyorgyi (Szeged, 1931-1947).

U mlevenu papriku dodaje se izvesna količina semena paprike (ako je prethodno izdvojeno). "Ulje iz semena daje intenzivnu boju prahu, a takođe i određenu stabilnost zbog svojih prirodnih antioksidanasa" (Varga i Vujičić, 2008a).

Kapsantin, kapsorubin i kriptoksantin su crveni pigmenti iz grupe karotenoida koji su karakteristični isključivo za rod *Capsicum* i određuju boju paprike. Najvažniji su kapsantin i kapsorubin koji čine 65 – 80 % ukupne boje crvene paprike (Varga i Vujičić, 2008b). Ovi pigmenti su esterifikovani zasićenim masnim kiselinama kratkog lanca (laurinskom, miristinskom i palmitinskom), što ih čini stabilnijim u odnosu na žute pigmente (esterifikovane nezasićenom linolnom kiselinom; Varga i Vujičić, 2008b). Tako crveni pigmenti teže podležu foto i termooksidativnim procesima (Varga i Vujičić, 2008b). Iako su

esterifikovani karotenoidi stabilniji, mlevena začinska paprika postepeno gubi boju usled uticaja fizičkih, hemijskih i enzimatskih faktora, uslova prerade i skladištenja (Varga i Vujičić, 2008b). Nakon skladištenja, više od 4 meseca na sobnoj temperaturi, sadržaj crvenih pigmenata u slatkoj začinskoj paprici opao je za oko 1 % (Schweiggert i sar., 2007).

Mlevena začinska paprika koja se stavlja u promet mora ispunjavati uslove propisane Pravilnikom o kvalitetu proizvoda od voća, povrća, pečurki i pektinskih preparata (Sl. list SFRJ, br. 1/79, 20/82, 39/89 – dr. pravilnik, 74/90 i 46/91 – dr. pravilnik, Sl. list SRJ, br. 33/95 – dr. pravilnik i 58/95 i Sl. list SCG, br. 56/2003 – dr. pravilnik, 4/2004 – dr. pravilnik i 12/2005 – dr. pravilnik).

2.2.8.9. Chilli paprika

Capsicum spp. L.

Familija: (*Solanaceae*)



Slika 15. *Capsicum spp.* L. (Koehler's Medicinal-Plants)

Narodni nazivi: čili

Čili je plod različitih vrsta paprike (uključujući i neke varijetete nama poznate domaće paprike). Plodovi su vrlo sitni, suše se i melju u prah. Naziv potiče od španske reči, budući da su Španci doneli čili papriku u Evropu za vreme Kolumbovih putovanja. Danas se uzgaja u Južnoj i Centralnoj Americi, Indiji, Africi.

Čiliji su dugi svega 4 cm, žute, zelene, narandžaste ili crvene boje, a ukus im je veoma ljut, čak dvadesetak puta jači od ljutine obične ljute paprike. Međutim, ukus je manje aromatičan i pikantan u odnosu na ljutu papriku. Upotrebljava se kao začin za jela od povrća, za razne pikantne umake, sastavni je deo kari umaka, tabasko umaka, meksičke salse, raznih namaza, senfa, a primenu ima i u proizvodnji konditorskih proizvoda (dodaje se i čokoladi).

Supstanca koja čiliju daje ljutinu jeste kapsaicin, sa još nekoliko sličnih komponenata koje se jednim imenom nazivaju kapsaicinoidi (Kosuge i sar., 1961; Kosuge i sar., 1962). Ljutinu paprike sačinjavaju pet sličnih sastojaka, pored kapsaicina, to su nordihidrokapisaicin, dihidrokapisaicin, hemokapisaicin i homodihidrokapisaicin (Niketić-Aleksić, 1988).

Metodom HPLC identifikovane su isparljive komponente (alkoholi, aldehidi, terpeni, alifatični ugljovodonici) i kapsacinoidi iz nekoliko vrsta čili paprike, i dokazano je da raznolikost u kompoziciji ovih supstanci ima za posledicu raznolikost i intenzitet ukusa i mirisa čili paprika (Ziino i sar., 2009).

Prilikom konzumiranja ovog začina nadražuju se receptori za bol u ustima i grlu koji šalju signal mozgu da je u pitanju nešto veoma ljuto. Rezultat je oslobađanje endorfina i pojačano znojenje.

Kapsaicin je supstanca za koju se pokazalo da snižava nivo holesterola i triglicerida u krvi, da jača imunitet, da ima antibakterijsko (Billing i Sherman 1998) i fungicidno dejstvo (Tewksbury i sar., 2008).

Crveni čili ima veću nutritivnu vrednost u odnosu na žuti i zeleni čili. Sadržaj vitamina C i β -karotena (provitamina A) je veoma visok. Nutritivne vrednosti crvenog čilija su date u tabeli 12.

Tabela 12. Nutritivna vrednost sirove crvene Chilli paprike u 100 g (USDA Nutrient database)

Energetska vrednost	166 kJ (40 kcal)
Ugljeni hidrati	8,8 g
– mono i disaharidi	5,3 g
– dijetna vlakna	1,5 g
Masti	0,4 g
Proteini	1,9 g
Voda	88,0 g
Vitamin A	48 µg
β-karoten	534 µg
Vitamin B ₆	0,51 mg
Vitamin C	144,00 mg
Gvožđe	1,00 mg
Magnezijum	23,00 mg
Kalijum	322,00 mg

2.2.8.10. Oleorezin ljute paprike

Oleorezin paprike je ekstrakt paprike vrste *Capsicum Annum* L. (slatki oleorezin) ili *Capsicum Frutescens* L. (crveni čili, ljuti oleorezin). Ekstrakt je rastvoran u ulju. Koristi se kao prirodna boja i aroma u proizvodima prehrambene industrije. Osnovne komponente su kapsaicin koji daje ljutinu, kapsantin i kapsorubin koji (pored ostalih karotenoida) obezbeđuju boju.

Ekstrakcija se vrši organskim rastvaračem, najčešće je to heksan, koji se kasnije odstranjuje. Frakcionisanje oleorezina se može vršiti i pomoću SCF-CO₂ (Jarén-Galán i sar., 1999; Daood i sar., 2002; Uquiche i sar., 2004).

Ekstrahovana izuzetno ljuta paprika roda *Capsicum Frutescens* L. daje visok sadržaj kapsaicina u oleorezinu ljute paprike. Oleorezin paprike sadrži i vitamin E, koji se može odrediti kombinacijom metoda HPLC i spektrofotometrije (Viñas i sar., 1992).

Oleorezin paprike se koristi u prehrambenoj industriji gde se u proizvodima traži ljut ukus (mešavine začina, ljuti sosovi, salatni dresinzi, sirevi, senf, jela sa mesom, snek proizvodi). U kombinaciji sa NaCl, efekat ljutine i iritacije se povećava (Prescott i sar., 1993). Prednost u odnosu na uobičajenu ljutu papriku i chilli papriku je u kvalitetnoj mogućnosti kontrole intenziteta ljutine. Oleorezin se industrijski može naći sa različitim koncentracijama kapsaicina (0,1 %, 0,5 %, 1,0 %, 1,5 %) što upravo pruža mogućnost kontrole intenziteta ljutine.

Na listi aditiva oleorezin paprike je deklarisan kao prirodna boja (crvena), u Evropi se oleorezin paprike (ekstrakt), uz kapsantin i kapsorubin, vodi pod brojem E160_c. Dnevni unos nije ograničen, nisu poznati sporedni efekti.

2.2.8.11. Crni luk

Allium cepa L.

Familija: (*Alliaceae*)

Crni luk se uzgaja kao povrće koje se koristi u prehrambenoj industriji i kao povrće i kao začin. Vodi poreklo iz Južne Azije, a danas se gaji i koristi širom sveta.



Slika 16. *Allium cepa* L.

Botaničke karakteristike crnog luka

Crni luk je dvogodišnja zeljasta biljka iz porodice ljiljana, pripada najstarijim i najotpornijim vrstama baštenskog povrća. Rađa grozd malih, zelenkastobelih cvetova na jednoj ili više peteljki bez listova. Osnova lista se širi i obrazuje podzemnu zrelu jestivu lukovicu, raznih veličina, oblika, boje i oštine ukusa.

Hemijski sastav i upotreba

Crni luk ima oštar ukus jer sadrži etarsko ulje bogato sumporom, prilikom guljenja i seckanja izaziva suzenje očiju. Crni luk ima malo standardnih hranljivih sastojaka, ali se ceni zbog arome.

Crni luk se upotrebljava gotovo u svakom jelu i salatama, a u formi praha je najčešće korišćen začin u prehrambenoj industriji. Danas se može koristiti i u svežem i u konzervisanom obliku, karamelizovan, usitnjen, seckan na listove, u dehidrisanom obliku. Crni luk u prahu se dobija sušenjem lukovice. Dehidracijom se postiže koncentrisanje komponenti koje crni luk poseduje što ovaj začin čini veoma aromatičnim. Crni luk u prahu se može naći u nekoliko varijeteta, beli prah, crveni prah, žuti prah i prah koji je tostiran.

Kada se crni luk seče ili jede, narušavaju se ćelije tkiva, i omogućava se enzimu alinazi da razlaže amino kiseline sa sumporom, stvarajući sumporna jedinjenja koja se dalje, skoro trenutno razlažu drugim enzimom LFS, stvarajući isparljivo jedinjenje koje izaziva suzenje i peckanje očiju (Block, 2010).

U kontaktu sa očima (putem vazduha) ovo jedinjenje aktivira senzorne neurone uz osećaj peckanja i oko počinje da suzi boreći se na taj način sa iritacijom (Scott, 2007). Ova iritacija se može izbeći ukoliko se luk seče pod mlazom vode ili ukoliko se luk prethodno dobro ohladi i na taj način limitira dejstvo enzima (Scott, 2007).

Tabela 13. Nutritivna vrednost sirovog crnog luka u 100 g (USDA Nutrient database)

Energetska vrednost	166 kJ (40 kcal)
Ugljeni hidrati	9,340 g
– mono i disaharidi	4,240 g
– dijetna vlakna	1,700 g
Masti	0,100 g
– zasićene	0,042 g
– mononezasićene	0,013 g
– polinezasićene	0,017 g
Proteini	1,100 g
Vitamin B ₁	0,046 mg
Vitamin B ₂	0,027 mg
Vitamin B ₃	0,116 mg
Vitamin B ₆	0,120 mg
Vitamin B ₉	19,0 µg
Vitamin C	7,400 mg
Vitamin E	0,020 mg
Vitamin K	0,4 µg
Kalcijum	23,000 mg
Gvožđe	0,210 mg
Magnezijum	0,129 mg
Fosfor	29,000 mg
Kalijum	146,000 mg
Natrijum	4,000 mg
Cink	0,170 mg

Za crni luk se smatra da leči prehladu, laringitis, opekotine, bradavice, dijabetes, osteoporozi i mnoge druge bolesti.

Sadrži komponente za koje se veruje da imaju antiinflamatorno, antikancerogeno i antioksidativno dejstvo (flavonoid kvercetin je jedna od tih komponenti; Kim i sar., 2010). Ispitivan je sadržaj kvercetina u crnom luku u prahu i nađeno je da crveni prah ima najveći procenat kvercetina, žuti prah ima manje, a beli prah ima najmanji procenat ove komponente u svom sastavu (Caridi i sar., 2007). Kvercetin je takođe pokazao i dobru termostabilnost (Lombard i sar., 2005). Tokom skladištenja crnog luka u prahu preko 6 meseci, utvrđeni su mali gubici u sadržaju kvercetina (Price i sar., 1997).

Iako nije izričito dokazano da je povećan unos crnog luka direktno povezan sa dobrim zdravstvenim stanjem, ipak neke studije su pokazale da crni luk smanjuje rizik od nekih vrsta kancera (Galeone i sar., 2006) i da ima bakteristatičko dejstvo na neke vrste mikroorganizama (Augusti, 1996).

2.2.8.12. Vlašac

Allium schoenoprasum L.

Familija: (*Alliaceae*)



Slika 17. *Allium schoenoprasum* L. (Koehler's Medicinal-Plants)

Vlašac je začinska biljka iz porodice lukovica koja se upotrebljava još od ranog srednjeg veka. To je najmanja vrsta iz porodice *Alliaceae*. Pretpostavlja se da je prvobitno

rastao na alpskim brdima, a danas ga ima u brežuljkastim krajevima sa toplom klimom u Evropi, Aziji i Severnoj Americi. Ipak, najviše se uzgaja u staklenicima.

Botaničke karakteristike vlašca

Vlašac je otporna biljka, naraste do 50 cm u visinu, koren je duguljasta lukovica. Dugi izdanci su uski, okrugli, cevasti listovi zelene ili zeleno-sive boje. Na vrhovima narastu brojni gusti ljubičasti cvetovi (postoje vrste koje imaju beli cvet; McGary, 2001). Latice su zvezdasto raspoređene i jednake su dužine.

Hemijski sastav i upotreba

Vlašac ima prijatan, aromatičan miris koji je vrlo sličan crnom i belom luku. Ukus i miris potiču od brojnih disulfidnih jedinjenja kao što su alil sulfidi, alkil sulfoksidi (Burdock, 1996). Ukus potiče upravo od jedinjenja sa sumporom. To su sulfidi, disulfidi, trisulfidi, tetrasulfidi sa etil, butil, propil, pentil grupama (dipropildisulfid, metilpentildisulfid, pentilhidrosulfid; Pino i sar., 2001). Jedinjenja iz ekstrakta vlašca identifikovana su metodama HPLC i GC-MS (Block i sar., 1992a; Block i sar., 1992b).

Listovi vlašca u svom sastavu imaju vitamin C, vitamin A, gvožđe, kalcijum. U vlašcu je identifikovan i značajan sadržaj selena koji se apsorbuje u gastrointestinalnom traktu (određeno metodama "high-performance liquid chromatography – inductively coupled plasma – mass spectrometry", HPLC-ICP-MS; Kápolna i Fodor, 2007; Kápolna i sar., 2007). Za razliku od belog luka, vlašac poseduje mnogo manje aromatičnih jedinjenja i retko ima medicinsko delovanje.

Osnovna primena vlašca je kao začín u prehrambenoj industriji. Za jelo i za začín koriste se sitno seckani listovi koji se u snopu seku iznad zemlje (lukovica se čuva za sledeću sezonu, jer će iz nje niknuti novi listovi). Svež, zamrznut ili sušen sitno naseckan, dodaje se supama, salatama, umacima, sirevima, jelima od ribe, povrća i krompira, sastavni je deo začinskih mešavina. U odnosu na svež vlašac, smrznuti ima određeni gubitak arome, a sušeni ima veoma veliki gubitak aromatskih komponenti (Leino, 1992). Dugim kuvanjem se takođe gubi njegova aroma, pa se u jelo dodaje pred sam kraj kuvanja. Čuvanjem u frižideru na 0 °C može se očuvati kvalitet svežeg vlašca najviše 2 nedelje. Viša temperatura i

duži period čuvanja povlače za sobom organoleptičke i hemijske promene (Vina i Ceremiele, 2009).

Pretpostavlja se da može da poboljša cirkulaciju krvi i da smanji tegobe pri varenju. Stari Rimljani su verovali da se konzumiranjem vlašca reguliše krvni pritisak, da deluje kao diuretik i da pomaže pri opekotinama od Sunca (premda se danas sumnja u to).

2.2.8.13. Beli luk

Allium sativum L.

Familija: (*Alliaceae*)



Slika 18. *Allium sativum* L. (Koehler's Medicinal-Plants)

Narodni nazivi: luk, lukac, luk-česan, češnjak, saransak, česni luk

Beli luk je veoma rasprostranjena kulturna biljka, poznata još od davnina. Stari Grci, Rimljani, Idusi, Egipćani, Kinezi gajili su je kao hranljivu, lekovitu i začinsku biljku.

Botaničke karakteristike belog luka

Beli luk je jednogodišnja zeljasta biljka. Stabljika je okrugla, visine do 1 m. Listovi su zeleni i zašiljeni. Cvast se sastoji od lukovičastih pupoljaka sa manjim brojem beličastih cvetova. Raste kao "divlji" i kao kultivisani beli luk sa varijetetima, sa određenim razlikama u botaničkim i hemijskim karakteristikama (Barandiaran i sar., 1998).

Hemijski sastav i upotreba

Beli luk sadrži fitoncide, jedinjenja izolovana iz biljnog tkiva koja pokazuju antimikrobna svojstva. Fitoncidna svojstva se pripisuju alicinu (Niketić-Aleksić, 1988). Kristalna materija alin procesom hidrolize u prisustvu enzima alinaze stvara alicin koji ima jako baktericidno dejstvo (što je potvrđeno još u prvoj polovini prošlog veka; Cavallito i Bailey, 1944). Sadrži i trigliceride, etarsko ulje, inulin, fitosterin, vitamin C, makro i mikro elemente.

Oštar ukus i miris beli luk stvara tek nakon oštećenja ćelija (prilikom seckanja, gnječenja, mlevenja). Pod dejstvom enzima alinaze oslobađa se nekoliko sumpornih jedinjenja koja se nalaze u ćelijama biljnog tkiva koje su "povređene". Rezultat je oštar, ljut i veoma jak miris belog luka. Beli luk ima najveću koncentraciju inicijalnih produkata koji grade njegov aromatski kompleks što ga čini dominantnim u odnosu na crni luk, vlašac i ostale vrste iz porodice lukovica. Mnogobrojna sumporna jedinjenja grade aromu, pa se tako smatra da je dialil disulfid najodgovornija komponenta za miris, a alicin je komponenta koja daje ljutinu. Prilikom kuvanja, alicin se degradira, tako da beli luk gubi ljutinu (Cavagnaro i sar., 2007). Povišavanjem temperature u procesima konzervisanja belog luka smanjuje se sadržaj alicina (sušenjem na temperaturi od 60 °C značajno se gubi alicin u odnosu na sušenje na temperaturi od 50 °C; Ratti i sar., 2007).

Prilikom metaboličkog procesa sumporna jedinjenja prelaze u formu alil metil sulfida koji ne može da se vari, prelazi u krv, zatim u pluća, a iz organizma se izlučuje putem znoja. Oslobađanje alil metil sulfida traje nekoliko sati pošto je varenje završeno, otuda razlog zašto efekat konzumiranja belog luka traje dugo, stvarajući neprijatan dah i miris kože.

Beli luk je antiseptik i antibiotik (Grosso i sar., 2007; Kumar i sar., 2010). Sprečava nadimanje i bolne grčeve u crevima, širi krvne sudove i snižava krvni pritisak (Mansell i Reckless, 1991), snižava holesterol u krvi (Durak i sar., 2004; Gardner i sar., 2007), ublažava nesanicu, odstranjuje toksične materije, pomaže da se sluz lakše izlučuje. Beli luk ispoljava i fungicidno (Lemar i sar., 2005; Shuford i sar., 2005; Low i sar., 2008), antiviralno (Weber i sar. 1992., Meng i sar., 1993), antioksidativno (Amagase i sar., 2001; Ryu i sar., 2001; Dimitrios, 2006) i antikancerogeno dejstvo (Lau i sar., 1990; Lamm i Riggs, 2001).

U prehrambenoj industriji, širom sveta, ima najveću primenu kao začim. Upotrebljava se u jelima sa mesom, ribom, povrćem, u proizvodnji hleba, peciva, pasti, namaza, preliva, sosova, senfa, u mešavini začina i dr. Beli luk se može naći u mnogim formama, kao svež, kao smrznut, fermentisan, osušen (beli luk u prahu). Kombinacijom metoda mikrotalasnog zagrevanja i vrelog vazduha skraćuje se vreme sušenja belog luka i postiže se mnogo bolji kvalitet osušenog proizvoda i u organoleptičkom i u hemijskom smislu u odnosu na konvencionalni način sušenja (Sharma i Prasad, 2001; Sharma i Prasad, 2006). Sušenjem metodom vakuum-mikrotalasnog zagrevanja zadržava se najveći procenat isparljivih komponenti iz etarskog ulja, tako da osušen proizvod ima najbolji kvalitet (Figiel, 2009).

Tabela 14. Nutritivna vrednost sirovog belog luka u 100 g (USDA Nutrient database)

Energetska vrednost	623 kJ (149 kcal)
Ugljeni hidrati	33,06 g
– mono i disaharidi	1,00 g
– dijetna vlakna	2,10 g
Masti	0,50 g
Proteini	6,39 g
β-karoten	5,0 µg
Vitamin B ₁	0,200 mg
Vitamin B ₂	0,110 mg
Vitamin B ₃	0,700 mg
Vitamin B ₅	0,596 mg
Vitamin B ₆	1,235 mg
Vitamin B ₉	3,0 µg
Vitamin C	31,200 mg
Kalcijum	181,000 mg
Gvožđe	1,700 mg
Magnezijum	25,000 mg
Fosfor	153,000 mg
Kalijum	401,000 mg
Natrijum	17,000 mg
Cink	1,160 mg
Mangan	1,672 mg
Selen	14,2 µg

3. CILJ RADA

U idustrijskoj proizvodnji hrane prevashodni cilj je optimizacija tehnološkog postupka proizvodnje kojim se postižu kako organoleptička i nutritivna svojstva, tako i mikrobiološka i fizičko-hemijska stabilnost gotovog proizvoda.

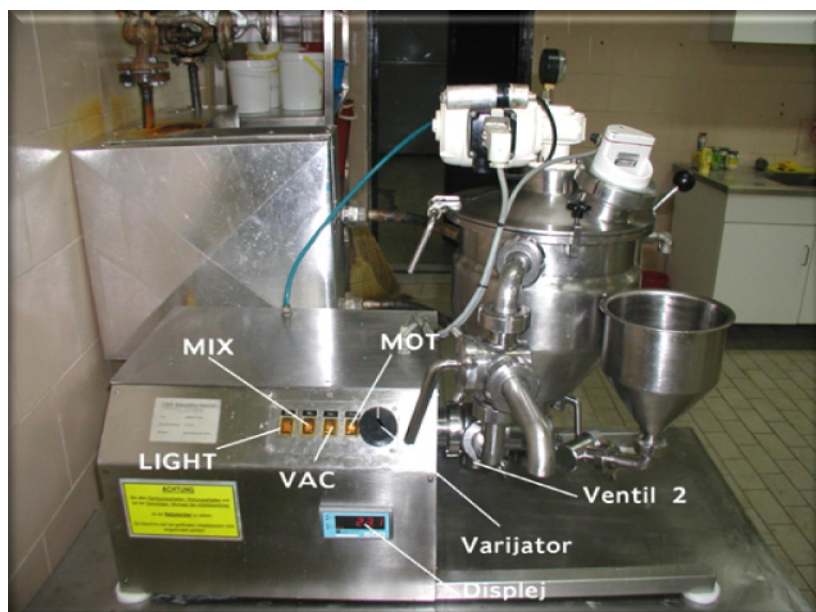
- Cilj ove doktorske disertacije bio je optimizacija tehnološkog postupka proizvodnje blagog senfa sa aspekta stvaranja aromatskog kompleksa. Analizirana su jedinjenja koja čine aromatski kompleks blagog senfa (degradacioni produkti sinalbina). Ekstrahovani uzorci su analizirani metodama gasne hromatografije – masene spektrometrije („gas chromatography – mass spectrometry“, GC-MS). Rezultati su poređeni sa rezultatima mlevenog semena bele slačice koje je korišćeno u postupku proizvodnje senfa.
- Analiziran je sastav isparljivih komponenata u semenu bele slačice sa posebnim osvrtom na sekundarne produkte oksidacije ulja u sirovini. Ekstrahovani uzorci su analizirani metodama gasne hromatografije – masene spektrometrije.
- Optimizovan je tehnološki postupak proizvodnje blagog senfa. Pored toga, optimizovan je tehnološki postupak još tri vrste senfa: senf sa začinskim biljem, senf za roštilj i Chilli senf kojima je osnova bio proizvedeni blagi senf. Optimizacija tehnološkog postupka podrazumeva proizvodnju niza probnih receptura za svaku vrstu senfa, uz variranje sadržaja komponenata, definisanje vremena i temperature pasterizacije u cilju postizanja mikrobiološke stabilnosti proizvoda.
- Od dobijenih proizvoda, metodom senzornog ocenjivanja od strane stručnog tima degustatora, izdvojeni su najbolje ocenjeni uzorci. Rezultati senzornog ocenjivanja uzoraka su statistički obrađeni. Cilj je bio detaljna analiza ovih uzoraka (mikrobiološka, fizičko-hemijska, analiza ostataka pesticida, teških metala i mikotoksina) i određivanje njihove energetske vrednosti, čime bi se proverilo da li su dobijeni proizvodi u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za senf (Sl. list SRJ br. 3/2001), Pravilnikom o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Sl. list SCG br. 56/2003, 4/2004-dr. pravilnik i 5/2004-ispr.), Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002) i Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Sl. list SRJ, br. 5/92, 11/92 – ispr. i 32/2002).

4. MATERIJAL I METODE

4.1. Postavka eksperimenta

Eksperiment je imao za cilj da se optimizuje tehnološki postupak proizvodnje blagog senfa sa aspekta stvaranja aromatskog kompleksa. Jedinjenja koja čine aromatski kompleks blagog senfa, degradacioni produkti sinalbina, identifikovana su metodama gasne hromatografije – masene spektrometrije („gas chromatography – mass spectrometry“, GC-MS). Analiziran je i sastav isparljivih komponenata u semenu bele slačice sa posebnim osvrtom na sekundarne produkte oksidacije ulja u sirovini. Ekstrahovani uzorci su analizirani metodama gasne hromatografije – masene spektrometrije.

Proizveden je blagi senf koji je ujedno bio i osnova za proizvodnju još tri vrste senfa: senf sa začinskim biljem, senf za roštilj i Chilli senf. Tehnološki postupak proizvodnje je izvršen u poluindustrijskom postrojenju (laboratorijskom majonatoru). Tip laboratorijskog majonatora je "Koruma Disho/Labor V60/10", proizvođač Koruma, Nemačka. Ovaj tip majonatora je laboratorijski vakuum, disperzer i homogenizator kapaciteta do 6 kg (Slike 19 i 20).



Slika 19. Laboratorijski majonator "Koruma Disho/Labor V60/10"

Pre početka proizvodnje izvršena je kontrola kvaliteta polaznih sirovina (kontrola kvaliteta suncokretovog ulja i mikrobiološko ispitivanje sirovina).

U optimizaciji tehnološkog postupka proizvodnje blagog senfa bilo je potrebno utvrditi kako pojedine vrste sirćeta utiču na senzoriku i mikrobiološku stabilnost proizvoda. Proizveden je senf sa alkoholnim, jabukovim i vinskim sirćetom, a senzornim i mikrobiološkim analizama utvrđeno je koje je sirće dalo najbolje rezultate.

U proizvodnji senfa kurkuma se koristi kao prehrambena boja i u cilju pronalaženja optimalnog sadržaja kurkume koji bi rezultovao proizvodom sa najboljim senzornim karakteristikama, ispitivani su uzorci senfova proizvedeni sa različitim sadržajem ove začinske biljke. Takođe je ispitivano da li je vitamin B₂ (riboflavin) pogodniji za bojenje senfa.

Da bi se utvrdilo da li se inaktivacijom mirozinaze dobija senf smanjene ljutine i da li inaktivacija ima uticaja na mikrobiološku stabilnost, proizveden je senf sa inaktivisanom belom slačicom.

U cilju provere mikrobiološke ispravnosti i utvrđivanja uticaja toplote na ljutinu senfa, pripremljene su dve probe senfa po istoj recepturi, a zatim je u njihovoj proizvodnji korišćen različit temperaturni režim (postupak bez zagrevanja i postupak sa pasterizacijom). Uzorci su mikrobiološki ispitivani.

U laboratorijskom majonatoru proizveden je blagi senf, koji je po analizama istraživačke agencije Gfk najzastupljeniji na domaćem tržištu, jer najveći broj potrošača upravo voli klasični ukus senfa (www.gfk.rs). Optimizovan tehnološki postupak proizvodnje i dobijeni finalni proizvod, blagi senf, bili su polazna osnova za proizvodnju drugih vrsta senfova.

Senf sa začinskim biljem je proizveden dodavanjem aromatično-začinskog bilja i arome mirođije u blagi senf. Ideja je bila ispitivanje mogućnosti da se napravi nov proizvod na domaćem tržištu.

Navika u ishrani domaćih potrošača je konzumiranje različitih vrsta mesa i ribe sa roštilja. Ideja je bila da se napravi senf koji bi svojim aromatskim kompleksom dodatno potencirao ukus roštilja. Prethodno optimizovan tehnološki postupak proizvodnje blagog senfa bio je polazna osnova za proizvodnju senfa za roštilj. Pored komponenata koje ulaze

u sastav blagog senfa, dodavani su aromatično-začinsko bilje i arome svojstvene ovoj vrsti proizvoda.

Određen broj potrošača konzumira senf izražene ljutine. Prema istraživanjima Gfk (www.gfk.rs) na domaćem tržištu ljuti senfovi su zastupljeni sa samo 5 %. Osnovna ideja za proizvodnju Chilli senfa je bila da se proizvede senf koji u svom sastavu ne bi imao crnu slačicu od koje potiče ljutina, već Chilli papriku ili Chilli aromu. Prethodno optimizovan tehnološki postupak proizvodnje blagog senfa bio je polazna osnova za proizvodnju Chilli senfa. Pored komponenata koje ulaze u sastav blagog senfa, dodavani su aromatično-začinsko bilje i aroma Chilli.

Od dobijenih proizvoda, metodom senzornog ocenjivanja od strane stručnog tima degustatora, izdvojeni su najbolje ocenjeni uzorci. Pre svake degustacije, senf je morao da odstoji najmanje 3 nedelje, zbog perioda zrenja. Rezultati senzornog ocenjivanja uzoraka su statistički obrađeni. Cilj je bio detaljna analiza ovih uzoraka (mikrobiološka, fizičko-hemijska, analiza ostataka pesticida, teških metala i mikotoksina) i određivanje njihove energetske vrednosti.

4.1.1. Materijal

Osnovne sirovine za proizvodnju senfa bile su mlevena bela slačica i inaktivisana mlevena bela slačica koje su nabavljene od proizvođača Prosená, Monortade Ltd.Co., Mađarska.

Komponente koje su korišćene u postupku proizvodnje senfa:

- Alkoholno sirće 9 % (Aroma, Futog, Srbija)
- Jabukovo sirće 4 % (Ekofarm, d.o.o. Ušće, Srbija)
- Vinsko sirće 6 % (A.D. Panon, Crvenka, Srbija)
- Šećer (A.D. Fabrika šećera TE-TO, Senta, Srbija)
- Kuhinjska so (DP "SO PRODUKT", Beograd, Srbija)
- Suncokretovo ulje (Fabrika ulja i biljnih masti Vital, Vrbas, Srbija)

- Kurkuma (Geneza d.o.o., Kanjiža, Srbija)
- Korijander mleveni (Geneza d.o.o., Kanjiža, Srbija)
- Piment mleveni (Geneza d.o.o., Kanjiža, Srbija)
- Vlašac seckani (Lay začini, Laćarak, Srbija, distributer proizvođača Lay Gewürze OHG Würz-&Lebensmitteltechnologie, Bad Kissingen, Germany)
- Sterilizovane iglice mirođije (Lay začini, Laćarak, Srbija, distributer proizvođača Lay Gewürze OHG Würz-&Lebensmitteltechnologie, Bad Kissingen, Germany)
- Bosiljak seckani (Geneza d.o.o., Kanjiža, Srbija)
- Peršun list seckani (Geneza d.o.o., Kanjiža, Srbija)
- Beli luk u prahu (Milex d.o.o. Industrija začina, aditiva i aroma, Novi Sad, Srbija)
- Crni luk u prahu (Milex d.o.o. Industrija začina, aditiva i aroma, Novi Sad, Srbija)
- Ekstrakt spanaća (Lay začini, Laćarak, Srbija, distributer proizvođača Lay Gewürze OHG Würz-&Lebensmitteltechnologie, Bad Kissingen, Germany)
- Đumbir u prahu (Geneza d.o.o., Kanjiža, Srbija)
- Slatka začinska paprika mlevena (Prehrambena industrija "Vitamin" d.o.o. Horgoš, Srbija)
- Chilli paprika (Milex d.o.o. Industrija začina, aditiva i aroma, Novi Sad, Srbija)
- Paradajz u prahu (Geneza d.o.o., Kanjiža, Srbija)
- Sterilizovane ljuspice paprike (Lay začini, Laćarak, Srbija, distributer proizvođača Lay Gewürze OHG Würz-&Lebensmitteltechnologie, Bad Kissingen, Germany)
- Oleorezin ljute paprike (Lay začini, Laćarak, Srbija, distributer proizvođača Lay Gewürze OHG Würz-&Lebensmitteltechnologie, Bad Kissingen, Germany)
- Bela slačica u zrnu (Agroseme-Panoniya AD Subotica, Srbija)
- Vitamin B₂ (Lay začini, Laćarak, Srbija, distributer proizvođača Lay Gewürze OHG Würz-&Lebensmitteltechnologie, Bad Kissingen, Germany)
- Stabilizator guar guma (Palsgaard, Danska)
- Modifikovani skrob (IPOK, Zrenjanin, Srbija)
- Ksantan guma (LG HEMIJA, Beograd, Srbija)
- Aroma mirođije (Danisco, Danska)

- Aroma Grill (Symrise, Nemačka)
- Aroma Barbecue (Lay začini, Laćarak, Srbija, distributer proizvođača Lay Gewürze OHG Würz-&Lebensmitteltechnologie, Bad Kissingen, Germany)
- Aroma Hot pepper (Lay začini, Laćarak, Srbija, distributer proizvođača Lay Gewürze OHG Würz-&Lebensmitteltechnologie, Bad Kissingen, Germany)
- Aroma Chilli (Lay začini, Laćarak, Srbija, distributer proizvođača Lay Gewürze OHG Würz-&Lebensmitteltechnologie, Bad Kissingen, Germany)

4.1.2. Tehnološki postupak proizvodnje senfa

Pre početka proizvodnje izvršeni su pranje i dezinfekcija majonatora. Prvo pranje je obavljeno toplom vodom, zatim 2 %-nim rastvorom NaOH. Nakon toga ponovo toplom vodom, potom 2 %-nim rastvorom persirćetne kiseline i na kraju je izvršeno ispiranje majonatora vodom.

Provera sirovina koje ulaze u sastav proizvoda (da li su prihvatljive u pogledu hemijske i mikrobiološke ispravnosti) vršena je uvidom u laboratorijske izveštaje. Komponente su ručno odmeravane.

Nakon uključjenja majonatora u pogon vršena je provera slavina koje moraju da budu zatvorene. Doziranje vode u majonator vršeno je kroz levak za tečne komponente (levak 2; Slika 20) i pri tom je bilo neophodno da se postigne vakuum uključivanjem vakuum pumpe (oznaka VAC; Slika 19), a na manometru je podešen pritisak pomoću ventila (ventil 1; Slika 20). Potom su dozirane osnovne sirovine (mlevena bela slačica i inaktivisana mlevena bela slačica) kroz levak za praškaste komponente (oznaka 1; Slika 20). Sirće je dozirano kroz levak za tečne komponente. Za vreme doziranja komponenata uključivano je svetlo pritiskom na prekidač (oznaka LIGHT; Slika 19). Vakuumiranje (uvlačenje komponenata u majonator) vršeno je pri pritisku od 500 milibara, a potom mešanje uzorka (broj obrtaja mešalice 32 o/min). Uključivanje mešalice vršeno je pritiskom na prekidač (oznaka MIX; Slika 19).

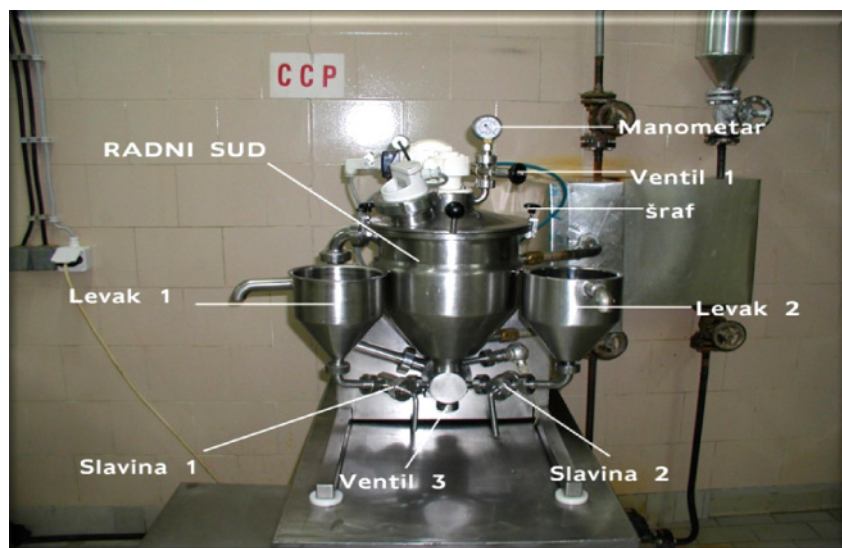
Uzorak je potom homogenizovan (broj obrtaja homogenizatora 3000 o/min) tokom 15 minuta. Homogenizator je uključivan pritiskom na prekidač (oznaka MOT; Slika 19). Broj obrtaja homogenizatora je podešavan pomoću varijatora.

Dodatne komponente (u zavisnosti od tipa senfa) dozirane su kroz levak za praškaste komponente. Vakuumiranje je vršeno pri pritisku od 300 milibara. Uzorak je homogenizovan (broj obrtaja homogenizatora 3000 o/min) tokom 3 minuta. Suncokretovo ulje i stabilizator dozirani su kroz levak za tečne komponente. Zatim je vršeno vakuumiranje pri pritisku od 700 milibara. Uzorak je homogenizovan (broj obrtaja homogenizatora 3000 o/min) tokom 3 minuta. Potom je izvršena pasterizacija (75 - 85 °C u trajanju od 3 - 5 minuta). Temperatura procesa je u svakom trenutku očitavana na displeju.

Uzorak je ohlađen na temperaturu od 30 °C. Na kraju je isključivana vakuum pumpa i odzračivanje majonatora otvaranjem slavine (oznaka 3; Slika 20).

Homogenizator je uključivan još jednom, na kratko, do potpunog pražnjenja radnog suda. Gotov proizvod je iz slavine sipan u staklenke.

Nakon proizvodnje svake šarže, majonator je detaljno pran prema prethodno opisanoj proceduri.



Slika 20. Delovi laboratorijskog majonatora "Koruma Disho/Labor V60/10"

4.2. Fizičko-hemijska analiza

4.2.1. Određivanje sadržaja vlage

Princip i primena

Sadržaj vlage određen je sušenjem uzorka na propisanoj temperaturi u sušnici pod atmosferskim pritiskom do konstantne mase.

Pribor

- 1) sušnica;
- 2) analitička vaga sa tačnošću $\pm 0,1$ mg;
- 3) posude za merenje od stakla, s poklopcem, prečnika 5 cm i visine 2 cm;
- 4) eksikator sa sredstvom za sušenje;
- 5) kvarcni pesak, opran i izaren;
- 6) uobičajeni laboratorijski pribor.

Postupak

Posuda za sušenje snabdevena odgovarajućim poklopcem sušena je najmanje jedan čas na temperaturi 100 °C do 105 °C, ohlađena u eksikatoru na sobnu temperaturu i izmerena sa tačnošću $\pm 0,001$ g. U posudu je brzo stavljena određena količina uzorka (3 – 5 g) i merena je pokrivena poklopcem. Posuda za sušenje sa uzorkom stavljena je u sušnicu, sa koso postavljenim poklopcem. Posle završenog sušenja posuda je pokrivena poklopcem, stavljena u eksikator i posle hlađenja od 1 časa je izmerena. Ponovo je stavljena u sušnicu gde je sušena pola časa, hlađena i ponovo merena. Postupak je ponavljan dok se nije postigla konstantna masa.

Izračunavanje

Količina vode je izražena u procentima, a izračunava se prema jednačini (1):

$$V = \frac{a - b}{c} \cdot 100 \quad (1)$$

gde su:

- a – masa posude sa uzorkom pre sušenja, u g;
- b – masa posude sa uzorkom posle sušenja, u g;
- c – masa uzorka uzetog za analizu, u g;
- V – količina vode u %.

Preciznost metode

Razlika između rezultata dva uporedna određivanja, ne sme biti veća od 10 % utvrđene srednje vrednosti za proizvode u kojima je do 18 % vode. Ako je razlika veća, postupak određivanja sadržaja vlage se mora ponoviti.

4.2.2. Određivanje sadržaja ukupnog pepela

Definicija

Pod pepelom se podrazumeva neorganski ostatak posle spaljivanja uzorka. Sadržaj ukupnog pepela je određen metodom direktnog spaljivanja. Uzorak je spaljen direktno na temperaturama spaljivanja tj. 500 °C do 550 °C.

Pribor

- 1) posuda za spaljivanje: platinska, zapremine od 25 do 50 cm³;
- 2) mufolna peć za spaljivanje, sa termoregulatorom;
- 3) analitička vaga sa tačnošću $\pm 0,1$ mg;
- 4) eksikator sa sredstvom za sušenje;
- 5) vodeno kupatilo;
- 6) filter-papir, bez pepela, prečnika 9 cm;
- 7) sušnica;
- 8) uobičajeni laboratorijski pribor.

Reagens

1. etanol, 96 % (V/V) p.a. (Fisher Chemical, Belgija)

Postupak

U posudu koja je prethodno žarena i izmerena zajedno sa sahatnim staklom odmereno je 5 g fino usitnjenog uzorka, sa tačnošću $\pm 0,1$ mg. Uzorak je zatim spaljen u mufolnoj peći, postepenim povećavanjem temperature na 550 °C do 600 °C, uz slabo strujanje vazduha.

Spaljivanje je završeno nakon 3 časa. Neorganski ostatak nije postao potpuno beli prah (pepeo) i spaljivanje je nastavljeno uz prethodno hlađenje i vlaženje uzorka sa nekoliko kapi 96 %-nog etanola, koji je isparen na vodenom kupatilu. Pepeo je ponovo spaljivan 30 minuta na temperaturi od 550 °C do 600 °C. Posuda je zatim pokrivena sahatnim staklom, hlađena 30 minuta u eksikatoru i merena. Rezultat je izražen sa dve decimale.

Izračunavanje

Količina ukupnog pepela izražena je u procentima, a izračunava se prema jednačini (2):

$$\text{ukupni pepeo (\%)} = \frac{a}{c} \cdot 100 \quad (2)$$

gde su:

a – masa ukupnog pepela (razlika mase posude s ostatkom posle spaljivanja i prazne posude), u g;

c – masa uzorka uzetog za analizu, u g;

4.2.3. Određivanje sadržaja pepela nerastvornog u hlorovodoničnoj kiselini

Određivanje sadržaja pepela nerastvornog u hlorovodoničnoj kiselini tj. određivanje "peska" je od posebnog značaja jer je bitan faktor za procenu kvaliteta.

Reagensi

1. rastvor hlorovodonične kiseline, $c(\text{HCl}) = 4 \text{ mol/dm}^3$ (conc. HCl, p.a. Fisher Chemical, Belgija)

2. rastvor srebro-nitrata, $c(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$, p.a. (Fisher Chemical, Belgija)

Postupak

Ukupni pepeo ili pepeo nerastvorljiv u vodi pomešan je sa 25 cm^3 rastvora hlorovodonične kiseline i zagrevan na vodenom kupatilu 15 minuta. Dobijena suspenzija filtrirana je kroz filter-papir bez pepela. Posude i filter-papir ispirani su vrućom destilovanom vodom do negativne reakcije na hloride sa rastvorom srebro-nitrata.

Ostatak sa filter-papira sušen je 30 minuta u posudi za spaljivanje (koja je pre toga žarena i merena sa sahatnim staklom) pri temperaturi od $103 \text{ }^\circ\text{C}$ do $105 \text{ }^\circ\text{C}$, a zatim 30 minuta spaljivan na temperaturi od $550 \text{ }^\circ\text{C}$ do $600 \text{ }^\circ\text{C}$.

Posle spaljivanja, posuda je pokrivena sahatnim staklom, hlađena u eksikatoru 30 minuta i merena na analitičkoj vagi s tačnošću $\pm 0,1 \text{ mg}$.

Rezultat je izražen sa dve decimale.

Izračunavanje

Količina pepela nerastvorljivog u hlorovodoničnoj kiseline izražen je u procentima u odnosu na masu uzorka umanjenu za sadržaj vode, masti i šećera, a izračunava se prema jednačini (3):

$$\text{pepeo nerastvorljiv u HCl (\%)} = a \cdot \frac{100}{c} \cdot (100 - (v + m + \text{š})) \cdot 100 \quad (3)$$

gde su:

a – masa pepela nerastvorljivog u hlorovodoničnoj kiseline (razlika mase posude s ostatkom posle spaljivanja i prazna posuda), u g;

c – masa uzorka uzetog za analizu, u g;

v – količina vode u ispitivanom uzorku, u %;

m – količina masti u ispitivanom uzorku, u %;

š – količina šećera u ispitivanom uzorku, u %.

Preciznost metode

Razlika između rezultata dva uporedna određivanja, ne sme biti veća od 6 % od utvrđene srednje vrednosti (relativna disperzija). Ako je razlika veća od 6 %, postupak određivanja sadržaja pepela nerastvornog u hlorovodoničnoj kiselini se mora ponoviti.

4.2.4. Identifikacija veštačkih boja hromatografijom na hartiji (metoda po H. Thaler-u i G. Sommer-u)

Princip

Veštačke boje u kiseloj sredini boje vunu usled reakcije kisele - SO_3H grupe sa aminogrupom vunenog vlakna, tj. keratina. Boje se ekstrahuju sa vunenog vlakna i koncentrisani rastvor boje prenese na hartiju za hromatografisanje. Istovremeno se nanese i standardne boje radi upoređenja. Na osnovu položaja mrlje standarda i ispitivanih boja iz uzorka, na osnovu R_f vrednosti i primenom specifičnih reakcija vrši se identifikacija boja.

Reagensi

1. Niti bele vune dobrog kvaliteta, dužine 15 – 20 cm
2. Hartija za hromatografiju - Whatman N°1 dužine prema komori za hromatografiju
3. Standardi veštačkih boja, 0,2 %-ni rastvori
4. 10 %-ni rastvor KHSO_4 (KHSO_4 , p.a. Fisher Chemical, Belgija)
5. 10 %-ni rastvor CH_3COOH (glacijalna CH_3COOH , p.a. Fisher Chemical, Belgija)
6. 5 %-ni rastvor $\text{NH}_3 \times \text{H}_2\text{O}$ u 70 %-nom etanolu ($\text{NH}_3 \times \text{H}_2\text{O}$, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
7. Na_2SO_4 , bezvodni, p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
8. 5 %-ni rastvor $\text{NH}_3 \times \text{H}_2\text{O}$ u 96 %-nom etanolu ($\text{NH}_3 \times \text{H}_2\text{O}$, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
9. Petroletar, p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
10. $c(\text{NaOH}) = 3 \text{ mol/dm}^3$ (NaOH , p.a. Fisher Chemical, Belgija)
11. conc. HCl , p.a. (Fisher Chemical, Belgija)

12. 2 %-ni rastvor $C_6H_5Na_3O_7 \times 2H_2O$ u 5 %-nom rastvoru $NH_3 \times H_2O$ ($C_6H_5Na_3O_7 \times 2H_2O$, p.a. Fisher Chemical, Belgija)

Postupak

a) Priprema vune

Bela vuna dobrog kvaliteta odmašćena je u Soxhlet-ovom aparatu pomoću petroletra (oko 1 čas). Nedovoljno odmašćena vuna prenesena je u čašu, dodat je 5 %-ni rastvor amonijaka, zagrevana je na oko 80 °C i ostavljena 1 čas uz češće mešanje staklenim štapićem. Zatim je vuna dobro oprana, obešena na stakleni štapić i sušena preko noći na vazduhu.

b) Prenošnje boje na vunu iz obojadisane životne namirnice

Prvo je uzorak odmašćen petroletrom, a zatim je ostatak prokuvan 5 - 10 minuta u vrućoj vodi. Rastvor je zakiseljen sa 5 cm³ 10 %-nog rastvora kalijum-bisulfata. Zatim je dodato prethodno navlaženo vuneno vlakno i ostavljeno je da blago ključa 15 minuta, dok se boja nije dobro fiksirala na vunu. Obojeno vuneno vlakno je dobro ispirano, najpre običnom a zatim destilovanom vodom.

c) Ekstrakcija boje sa vune i nanošenje na hromatografsku hartiju

Obojeno dobro ispirano vlakno stavljeno je u epruvetu, dodato je oko 10 cm³ 5 %-nog rastvora amonijum-hidroksida u 96 %-nom etanolu i uz češće mućkanje ostavljeno da stoji nekoliko minuta da se boja ekstrahuje. Alkoholno-amonijačni ekstrakt boje uparen je na vodenom kupatilu na oko 0,2 - 0,5 cm³. Ekstrahovani i koncentrisani rastvor boje nanošen je pomoću staklene kapilare na hartiju za hromatografiju. Na hartiji za hromatografiju je prethodno olovkom povučena startna linija na 2 cm od donje ivice i na njoj su obeležene tačke udaljene jedna od druge 2,5 - 3 cm. Od startne linije je odmereno 13 cm i povučena je druga linija koja obeležava dokle treba da dođe front rastvarača. Spuštanjem vrha pipete na obeleženu tačku na startnoj liniji dobijen je mali obojeni krug čiji prečnik nije bio veći od 1 cm. Pored ispitivane boje, nanošeni su uporedo i rastvori standardnih boja.

d) Hromatografsko razdvajanje i identifikacija boja

Boja nanescna na hartiju za hromatografiju osušena je fenom. Hartija za hromatografiju je zatim stavljena u komoru. Neposredno pre stavljanja hartije za hromatografiju u komoru dodat je rastvarač za razvijanje hromatograma (2 %-ni rastvor terciarnog natrijum-citrata u 5 %-nom rastvoru amonijum-hidroksida). Razvijanje hromatograma trajalo je 2,5 časa. Pošto se rastvarač popeo do navedene visine, hromatogram je izvađen iz komore i ostavljen da se osuši na vazduhu. Već prema nijansi boje suvog hromatograma i R_f vrednosti mogle su se približno identifikovati pojedine boje. U cilju što tačnije identifikacije nepoznatih boja primenjena je reakcija sa kiselinom i bazom na samom hromatogramu. Postupak se sastojao u stavljanju jedne kapi koncentrovane HCl na suhu mrlju boje hromatograma i posmatranju nastale promene boje na dnevnoj svetlosti. Boja, već prema svojoj strukturi, menja nijansu ili ostaje nepromenjena u dodiru sa kiselinom. Nastale promene u nijansi boje upoređivane su sa podacima iz odgovarajućih tablica.

4.2.5. Određivanje ukupne sumporaste kiseline (izražene kao ukupan SO_2)

Direktna titracija

Princip

Dejstvom rastvora natrijum hidroksida sumporasta kiselina je u ispitivanom uzorku prevedena u natrijum sulfit. Dejstvom sumporne kiseline oslobađa se sumporasta kiselina iz njenih soli, koja se zatim u kiseloj sredini oksiduje rastvorom joda do sumporne kiseline.

Reagensi

1. $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/dm}^3$, (NaOH, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
2. H_2SO_4 (1 : 3; conc. H_2SO_4 , p.a. Fisher Chemical, Belgija)
3. $c(\text{I}_2) = 0,005 \text{ mol/dm}^3$, (I_2 , p.a. Fisher Chemical, Belgija)
4. 1 %-ni rastvor skroba (skrob, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
5. 1 %-ni rastvor H_2SO_3 (H_2SO_3 , p.a. Fisher Chemical, Belgija)

Postupak

10 - 15 cm³ filtrata pripremljenog za direktnu titraciju slobodne sumporaste kiseline (Trajković i sar., 1983; 249. str.) pipetirano je u erlenmajer sa brušenim čepom od 250 cm³, dodato je 25 cm³ 1 M rastvora NaOH, zatvoreno čepom, dobro promešano i ostavljeno da stoji na sobnoj temperaturi 15 minuta. Zatim je dodato 10 cm³ rastvora H₂SO₄ (1 : 3) i 1 cm³ 1 %-nog rastvora skroba i uz mešanje je titrisano sa 0,005 M rastvorom joda do pojave plave boje koja se zadržala nekoliko sekundi. Od utroška 0,005 M rastvora joda za analizu (A cm³) oduzet je utrošak istog rastvora za slepu probu (B cm³) tj.: V = A - B. Utrošak rastvora joda (V cm³) za ovu titraciju manji je od stvarnog utroška koji bi odgovarao prisutnom SO₂ ako upotrebljeni NaOH sadrži oksidacione materije. Stvarni utrošak joda je određen tako što je oko 5 cm³ 1 %-nog rastvora H₂SO₃ sipano u odmerni normalni sud od 100 cm³ i dopunjeno destilovanom vodom do crte. U dva erlenmajera od po 200 cm³ odmereno je po 10 cm³ ovog rastvora. U jednu probu je dodato 25 cm³ 1 M rastvora NaOH koji je upotrebljen za analizu, zatvoreno je čepom i ostavljeno da stoji 15 minuta. Zatim je u obe probe dodato po 10 cm³ rastvora H₂SO₄ (1 : 3) i po 1 cm³ 1 %-nog rastvora skroba, pa su obe probe uz mešanje titrisane 0,005 M rastvorom joda. Razlika utroška rastvora joda za ove dve probe (V' cm³) predstavlja količinu rastvora joda koja je ekvivalentna količini oksidacionih materija iz 25 cm³ 1 M rastvora NaOH, što znači da se toliko manje cm³ rastvora joda trošilo pri određivanju ukupnog SO₂.

Izračunavanje

Sadržaj ukupnog SO₂ je izračunat prema jednačini (4):

$$\text{sadržaj ukupnog SO}_2 \text{ (\%)} = \frac{(V + V') \cdot 0,00032 \cdot 100}{p} \quad (4)$$

gde su:

p - količina uzorka u alikvotnom delu filtrata (g)

V - utrošak rastvora joda za titraciju (cm³)

V' - utrošak rastvora joda koji je ekvivalentan količini oksidacionih materija iz rastvora NaOH

1 cm³ 0,005 M rastvora joda ekvivalentan je 0,00032 g SO₂

4.2.6. Određivanje sadržaja NaCl metodom po Mohr-u

Princip

Količina NaCl je određena metodom po Mohr-u, odnosno titracijom prisutnih hloridnih jona u vodenom ekstraktu sa AgNO_3 uz indikator K_2CrO_4 . Količina hloridnih jona je preračunata na NaCl. Završetak titracije označava pojava taloga crveno-cigla boje Ag_2CrO_4 koji se javlja nakon nestanka hloridnih jona. 1 cm^3 $0,1 \text{ M}$ AgNO_3 odgovara $0,005845 \text{ g}$ NaCl. Metoda je argentometrijska, taložna.

Reagensi

1. indikator K_2CrO_4 , p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
2. $c(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$, p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
3. 10 %-ni rastvor NaOH, (NaOH, p.a. Fisher Chemical, Belgija)

Pribor

1. normalni sud od 100 cm^3
2. čaša za vodeno kupatilo
3. filter papir
4. levak
5. pipeta
6. sud po Erlenmeyer-u od 100 cm^3
7. bireta

Postupak

Odmereno je 10 g uzorka, preliveno je toplom destilovanom vodom, homogenizovano i kvantitativno preneseno u tikvicu od 100 cm^3 . Uzorak je zagrevan na ključalom vodenom kupatilu 15 min . Sadržaj je ohlađen i sud je dopunjen destilovanom vodom do crte, nakon čega je uzorak filtriran. Od filtrata je otpipetirano 10 cm^3 u tikvicu po Erlenmeyer-u od 100 cm^3 . Filtrat je reagovao kiselo prema lakmus papiru, pa je neutralisan rastvorom NaOH.

Nakon toga dodate su 2 - 3 kapi indikatora zasićenog K_2CrO_4 i titrisano je sa 0,1 M $AgNO_3$ do promene žute boje u crveno-cigla boju.

Izračunavanje

Sadržaj NaCl u uzorku (u masenim procentima) je izračunat prema jednačini (5):

$$\% NaCl = \frac{V \cdot f \cdot 0,005845 \cdot 10 \cdot 100}{a} \quad (5)$$

gde su:

V = utrošak 0,1 M $AgNO_3$ za titraciju (cm^3)

f = faktor 0,1 M $AgNO_3$

a = odvaga uzorka (g)

10 = faktor razređenja

4.3. Energetska vrednost uzorka

4.3.1. Određivanje sadržaja masti

Princip

Posle hidrolize uzorka sa hlorovodoničnom kiselinom, vršena je višestruka ekstrakcija masti sa organskim rastvaračem u aparatu po Soxhlet-u.

Pribor

- 1) erlenmajer zapremine $300 cm^3$, sa širokim grlom;
- 2) sahatno staklo;
- 3) stakleni levak, prečnika 10 cm;
- 4) balon, ravnog dna, dugog vrata, zapremine $2 dm^3$;

- 5) čahura za ekstrakciju;
- 6) aparat za ekstrakciju, po Soxhlet-u;
- 7) čaša, zapremine 100 cm³;
- 8) analitička vaga, tačnosti ± 0,1 mg;
- 9) uobičajeni laboratorijski pribor.

Reagensi

- 1) 25 %-ni rastvor HCl (conc. HCl, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
- 2) petrol-etar, sušen, tačke ključanja niže od 60 °C, p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
- 3) $c(\text{AgNO}_3) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$, p.a. (Fisher Chemical, Belgija)

Postupak

Uzorci su mereni sa tačnošću ± 0,1 mg u erlenmajeru širokog grla, zapremine 300 cm³, i to 5 - 10 g.

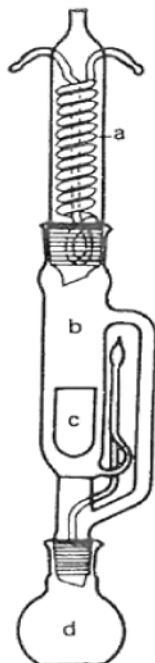
Odmerenom uzorku dodato je 45 cm³ ključale destilovane vode; snažno je mešano dok smesa nije postala homogena i dodato je 55 cm³ 25 %-ne (m/m) hlorovodonične kiseline.

Erlenmajer sa uzorkom je pokriven sahatnim staklom, zagrevan je i kad je uzorak proključao ostavljen je da polagano vri 15 minuta.

Sahatno staklo je kvantitativno ispirano destilovanom vodom u isti erlenmajer (za to je upotrebljeno oko 100 cm³ vode). Vruća suspenzija filtrirana je kroz vlažan bezmasni filter-papir. Erlenmajer i ostatak na filter-papiru ispirani su vrućom destilovanom vodom do negativne reakcije na jone hlora sa rastvorom srebro-nitrata. Filter-papir sa ostatkom stavljen je u odmašćenu čahuru za ekstrakciju i sušen je 8 časova u sušnici na temperaturi od 103 °C do 105 °C, u čaši zapremine 100 cm³.

Da bi se postiglo normalno pražnjenje aparata, ispod čahure je stavljen sloj staklenih kuglica (Slika 21). Ekstrakcija je trajala 4 časa, odnosno ekstraktor se morao isprazniti najmanje 30 puta. Zatim je petroletar predestilovan, a balon sušen u sušnici na temperaturi od 103 °C do 105 °C vodoravno postavljena. Tikvica je hladena u eksikatoru 30 minuta i merena

na analitičkoj vagi sa tačnošću $\pm 0,1$ mg. Postupak sušenja i merenja je ponavljan dok razlika između dva merenja nije postala niža od 0,5 %.



Slika 21. Aparatura po Soxhlet-u: a-hladnjak; b-ekstraktor; c-čaura; d-balon (Trajković i sar., 1983)

Izračunavanje

Količina ukupne masti izražena je u procentima, a izračunava se prema jednačini (6):

$$\text{ukupna mast (\%)} = \frac{a}{c} \cdot 100 \quad (6)$$

gde su:

a- masa ekstrahovane masti, u g;

c- masa uzorka uzetog za analizu, u g.

Preciznost metode

Razlika između rezultata dva uporedna određivanja ne sme biti veća od 5 % od utvrđene srednje vrednosti (relativna disperzija). Ako je razlika veća od 5 %, postupak određivanja sadržaja masti se mora ponoviti.

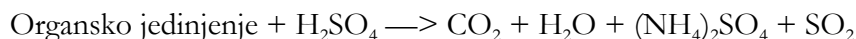
4.3.2. Određivanje sadržaja proteina

Proteini su određeni metodom po Kjeldahl-u – makro-mikropostupak koji se sastojao u vlažnom spaljivanju supstance i redukciji azota do amonijaka.

Princip

Pri zagrevanju supstance sa koncentrovanom sumpornom kiselinom organske materije se oksiduju do ugljene kiseline, a azot koji se pri tome oslobađa u obliku amonijaka gradi sa sumpornom kiselinom amonijum-sulfat. Dejstvom baza na stvoreni amonijum-sulfat, oslobađa se amonijak i predestiluje kiselinom poznate koncentracije.

Sumporna kiselina deluje najpre dehidratišuće, a zatim oksidaciono, pri čemu se ugljenik postepeno oksiduje u ugljen-dioksid, vodonik u vodu, a odgovarajuća količina sumporne kiseline redukuje u sumpor-dioksid. Stvoreni sumpor-dioksid, kao i neka ugljenikova jedinjenja, koja se stvaraju kao međuproizvodi u toku razaranja organske materije, redukuju azot do amonijaka.



Metodom po Kjeldahl-u određen je ukupni azot, a množenjem sadržaja azota sa određenim faktorom izračunat je sadržaj proteina koji je izražen u procentima.

Pribor

- 1) sud po Kjeldahl-u, zapremine 500 cm³;
- 2) aparat za mikrodestilaciju, po Parnas-Wagner-u;
- 3) analitička vaga s tačnošću ± 0,1 mg;
- 4) električni grejač za razaranje, po Kjeldahl-u;
- 5) uobičajeni laboratorijski pribor.

Reagensi

- 1) conc. H₂SO₄, d = 1,84 g/cm³) p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
- 2) smesa soli: 95 g Na₂SO₄ i 5g CuSO₄, p.a. (Fisher Chemical, Belgija)

- 3) 30 % -tni rastvor NaOH (NaOH, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
- 4) $c(\text{HCl}) = 0,01 \text{ mol/dm}^3$ (conc. HCl, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
- 5) $c(\text{NaOH}) = 0,01 \text{ mol/dm}^3$ (NaOH, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
- 6) indikator po Tahiru (Trajković i sar., 1983, str. 776, reagens 279)

Postupak

Odmereno je oko 2 g homogenizovanog uzorka sa tačnošću $\pm 0,1 \text{ mg}$ i pomoću aluminijumske folije kvantitativno preneseno u sud po Kjeldahl-u, tako da je grlo suda ostalo čisto. Dodati su 25 cm^3 koncentrovane sumporne kiseline, 10 g smese soli i dve staklene kuglice. Sadržaj suda je pažljivo protresen da bi se celokupna masa pokvasila i razbile eventualne grudvice. Grlo suda je pokriveno malim levkom i tikvica je postepeno zagrevana u nagnutom položaju (u digestoru). Kad je reakcija u sudu završena nastavljeno je sa intenzivnijim zagrevanjem, uz češće okretanje suda. Spaljivanje je završeno kad se pojavio bistar zeleno-plavi rastvor bez crnih čestica. Kad je tikvica ohlađena, oprezno je sadržaj razređen destilovanom vodom, prenesen u odmerni sud zapremine 250 cm^3 i dopunjen vodom do oznake.

U aparat za destilaciju po Parnas-Wagner-u dodato je, preko levka, tačno 10 cm^3 dobijenog rastvora. Levak je tri puta ispiran sa 2 do 3 cm^3 destilovane vode, dodati su jedna kap rastvora fenolftaleina, 10 cm^3 30 %-nog (m/m) rastvora natrijum-hidroksida i uključena je cev za dovod vodene pare. Ispod hladnjaka je istovremeno postavljen erlenmajer zapremine 100 cm^3 , u koji su dodati 20 cm^3 rastvora hlorovodonične kiseline i $0,5 \text{ cm}^3$ indikatora po Tahiru. Vrh hladnjaka je morao da bude uronjen u kiselinu. Prvih 4 do 5 minuta obavljena je destilacija pomoću zaronjene cevi, zatim je predložak spušten i destilacija je nastavljena još 2 do 3 minuta. Cev i vrh hladnjaka ispirani su sa malo destilovane vode u isti erlenmajer. Erlenmajer je skinut sa stalka i odmah je uzorak titrisan rastvorom natrijum-hidroksida do promene boje iz ljubičaste u zelenu. Na isti način uporedo je rađena slepa proba sa 10 cm^3 destilovane vode.

Izračunavanje

Izračunavanje je vršeno prema jednačini (7). Jedan cm^3 rastvora hlorovodonične kiseline $c(\text{HCl}) = 0,01 \text{ mol/dm}^3$ odgovara 0,14 mg azota,

$$\text{sadržaj proteina (\%)} = (a - b) \cdot 0,14 \cdot 100 \cdot \frac{F}{c} \cdot 1000 = (a - b) \cdot 0,014 \cdot \frac{F}{c} \quad (7)$$

gde je:

a – zapremina natrijum-hidroksida $c(\text{NaOH}) = 0,01 \text{ mol/dm}^3$ utrošena za titraciju slepe probe, u cm^3 ;

b – zapremina natrijum-hidroksida $c(\text{NaOH}) = 0,01 \text{ mol/dm}^3$ utrošena za titraciju glavne probe, u cm^3 ;

c – masa uzorka u alikvotnom delu rastvora koji je uzet u konačni postupak, u g;

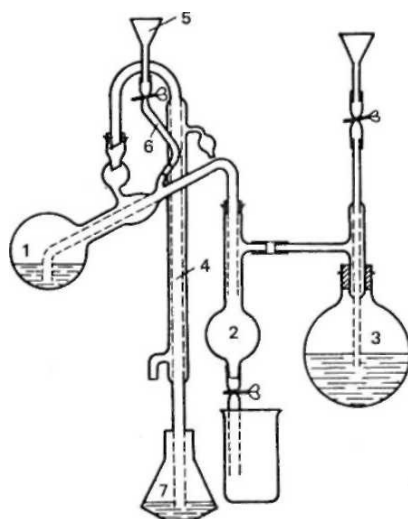
F – faktor korekcije koncentracije proteina (%) = azot % · 6,25,

gde je:

6,25 – faktor za preračunavanje azota u proteine.

Preciznost metode

Razlika između rezultata dva uporedna određivanja ne sme biti veća od 5 % od utvrđene srednje vrednosti (relativna disperzija). Ako je razlika veća od 5 %, postupak određivanja sadržaja proteina se mora ponoviti.



Slika 22. Aparatura po Parnas-Wagner-u: 1. Destilacioni balon sa deflegmatorom i levkom za punjenje (5) 2. Prihvatni balon sa ispušnom cevi 3. Balon za proizvodnju pare 4. Hladnjak za kondenzovanje destilata 6. Cevovod 7. Erlenmajer za prihvatanje kondenzata (prijemnik; Trajković i sar., 1983)

4.3.3. Određivanje šećera po Luff-Schoorl-u

Princip

Metoda se zasniva na principu da redukujući šećeri (prirodni invert) u određenim uslovima prevode bakar-sulfat (CuSO_4) iz Luff-ovog rastvora u bakar-oksidi (Cu_2O). Neutrošena količina jona bakra (Cu^{2+}) određuje se tako što se rastvoru doda kalijum-jodid, pri čemu se izlučuju ekvivalentne količine elementarnog joda koji se, uz škrob kao indikator, određuje titracijom rastvorom natrijum-tiosulfata. Neredukujući disaharid (saharoza) mora se prethodno invertovati, odnosno hidrolizovati na redukujuće monosaharide pomoću hlorovodonične kiseline. Iz razlike između dobijenog ukupnog inverta i prirodnog inverta dobija se količina redukujućih šećera nastalih inverzijom saharoze.

Reagensi

1) Luff-ovo reagens (Trajković i sar., 1983, str. 760, reagens 152)

- 2) $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$ p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
- 3) 1 %-ni rastvor skroba (skrob, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
- 4) $c(\text{H}_2\text{SO}_4) = 6 \text{ mol/dm}^3$ (conc. H_2SO_4 , p.a. Fisher Chemical, Belgija)
- 5) 30 %-ni rastvor KJ (KJ, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
- 6) $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$ (NaOH, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
- 7) $c(\text{HCl}) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$, p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
- 8) 1 %-ni rastvor fenolftaleina u etanolu (fenolftalein, p.a. Merck, Nemačka)
- 9) izopentanol (nije neophodan), p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
- 10) rastvor Carrez I (Trajković i sar., 1983, str. 770, reagens 233)
- 11) rastvor Carrez II (Trajković i sar., 1983, str. 770, reagens 233)
- 12) conc. HCl, p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
- 13) CHCl_3 , p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
- 14) etanol 80 % (V/V; etanol, 96 %, p.a., Fisher Chemical, Belgija)
- 15) CaCO_3 , p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
- 16) $C(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/dm}^3$ (NaOH, p.a. Fisher Chemical, Belgija)

Postupak

U čašu zapremine 100 cm^3 odmeri se uzorak od $5 \text{ g} \pm 1 \text{ mg}$, rastvori se u toploj vodi i kvantitativno prenese u odmerni normalni sud zapremine 250 cm^3 . Ako je potrebno, dodatkom 5 cm^3 Carrez I i 5 cm^3 Carrez II odstrane se balastne materije. Posle svakog dodavanja Carrez-a sadržaj se mora promešati, a zatim se dopuni do oznake, promeša i filtrira (filtrat I).

Određivanje prirodnog inverta:

U odmerni normalni sud zapremine 100 cm^3 otpipetirano je 25 cm^3 filtrata I i dopunjeno je do oznake. U erlenmajer zapremine 300 cm^3 pipetom su dodati 25 cm^3 Luff-ovog reagensa i 25 cm^3 razređenog filtrata I (koji mora sadržati 15 do 60 mg šećera) i nekoliko staklenih kuglica radi ravnomernog vrenja. Erlenmajer je spojen s povratnim hladnjakom i na otvorenom plamenu zagrevan do ključanja, tako da ono započne za 2 minuta. Plamen je tada smanjen i kuvanje je nastavljeno još 10 minuta. Posle toga je odmah

ohlađen pod mlazom vode i dodato je 10 cm³ rastvora kalijum-jodida, a zatim, malo-pomalo 25 cm³ sumporne kiseline. Sumporna kiselina morala se dodavati oprezno zbog penjenja.

Posle toga izlučeni jod je titriran, uz neprestano mešanje, natrijum-tiosulfatom dok rastvor nije dobio svetložutu boju, dodato je nekoliko kapi rastvora skroba i titracija je nastavljena kap po kap dok rastvor nije izgubio plavu boju.

Istovremeno je, u potpuno istim uslovima, urađena i slepa proba sa istom količinom Lufovog reagensa, s tim što je umesto filtrata I dodato 25 cm³ destilovane vode.

Izračunavanje

Prirodni invert, (u %) izračunat je prema jednačini (8):

$$\text{prirodni invert (\%)} = 250 \cdot 100 \cdot d \cdot \frac{100}{c} \cdot 25 \cdot 25 \cdot 1000 = 4 \frac{d}{c} \cdot F \quad (8)$$

gde su:

c – masa uzorka, u g;

d – masa invertnog šećera, u mg, očitana iz tablice na osnovu razlike (a – b) utrošenih mililitara rastvora natrijum-tiosulfata za slepu probu i probu;

F – faktor korekcije koncentracije.

Određivanje ukupnog inverta

U odmerni normalni sud zapremine 100 cm³, otpipetirano je 10 cm³ filtrata I, razređeno je sa 30 cm³ destilovane vode i dodato je tačno 0,5 cm³ koncentrovane hlorovodonične kiseline. Sve je uronjeno u vruće vodeno kupatilo i obavljena je inverzija koja je trajala tačno 30 minuta, ohlađeno je pod mlazom hladne vode, a zatim neutralisano rastvorom natrijum-hidroksida $c(\text{NaOH}) = 1 \text{ mol/dm}^3$ i dopunjeno do oznake destilovanom vodom.

U erlenmajer zapremine 300 cm³ pipetom su dodati 25 cm³ Luff-ovog rastvora i 25 cm³ rastvora šećera i dalje se postupalo kao sa prirodnim invertom.

Izračunavanje

Ukupni invert, (u %), izračunat je prema jednačini (9):

$$\text{ukupni invert (\%)} = 250 \cdot 100 \cdot d \cdot \frac{100}{c} \cdot 25 \cdot 25 \cdot 1000 = 10 \frac{d}{c} \cdot F \quad (9)$$

gde su:

c – masa uzorka, u g;

d – masa invertnog šećera, u mg, očitana iz tablice na osnovu razlike (a – b) mililitara rastvora natrijum-tiosulfata utrošenih za slepu probu i probu;

F – faktor korekcije koncentracije.

Izračunavanje sadržaja saharoze prema jednačini (10):

$$\text{saharoza (\%)} = (b - a) \cdot 0,95 \quad (10)$$

gde su:

a – prirodni invert, u %;

b – ukupni invert, u %.

Napomena

Pri radu po ovoj metodi naročito treba voditi računa o količini šećera uzetog u postupku. Na 25 cm³ Luff-ovog reagensa dodaje se 25 cm³ filtrata koji treba da sadrži najmanje 15 cm³, a najviše 62 mg redukujućeg šećera izraženog kao glukoza. Pri zakiseljavanju sumpornom kiselinom može se dodati 1 cm³ izopentanol da bi se sprečilo stvaranje pene.

4.3.4. Određivanje energetske vrednosti

Energetska vrednost namirnice izračunavana je tako što se procentualno učešće nosioca energije (masti, proteini, ugljeni hidrati) množilo Rubner-ovim koeficijentima koji su međunarodno prihvaćeni i dobijeni proizvodi su sabirani (Kostić, 1998). Zbir predstavlja

tzv. "sirovu energiju" u kJ u 100 g namirnice. Prema Rubner-u, ovi koeficijenti za nosioce energije iznose:

1 g masti → 38,9372 kJ

1 g proteina → 17,1658 kJ

1 g ugljenih hidrata → 17,1658 kJ

4.4. Fizičko-hemijsko ispitivanje kontaminanata Rezidue hemijskih materija

4.4.1. Određivanje sadržaja teških metala

Teški metali (olovo i arsen) su određeni primenom atomske apsorpcione spektrofotometrije i to:

- tehnikom plamena - metoda za određivanje tragova olova u životnim namirnicama;
- tehnikom generacije hidrida - metoda za određivanje arsena u životnim namirnicama.

Tehnika plamena

Metoda "Određivanje tragova metala atomskom apsorpcionom spektrofotometrijom primenom tehnike plamena" se odnosi na analizu metala u rastvoru ili metala rastvorenih uz pomoć nekog oblika pripreme uzorka. Preliminarna priprema uzoraka je uvek neophodna usled kompleksnosti i promenljivosti matriksa uzorka.

Analiti navedeni u ovoj metodi su određeni tehnikom plamena. Semplovanje uzoraka u ovoj tehnici obavljeno je aspiriranjem uzorka u plamen. Korišćen je vazduh/acetilenski plamen. Uzorak nakon prolaska kroz kapilaru prolazi kroz raspršivač, raspršava se u aerosol i meša sa acetilenom, a zatim po ulasku u plamen suši i žari a analit se iz jonskog prevodi (na temperaturi atomizacije) u atomsko stanje pri čemu atomi analita imaju najniže energetske stanje. Katodna lampa emituje diskontinualnu svetlost koja ulazi u monohromator koji izoluje i propušta svetlost rezonantne talasne dužine. Zrak monohromatske svetlosti prolazi kroz plamen i pobuđuje atome u povišeno energetske

stanje. Kao posledica, dolazi do delimične apsorpcije svetlosti. Propuštena svetlost na izlasku iz plamena ulazi u detektor u kome se meri njena energija. Detektor instrumenta sekvencijalno meri energije svetlosti na ulasku i na izlasku iz plamena, oduzima ove energije i kao rezultat nastaje registrovani apsorpcioni signal. Apsorpcioni signal se registruje i koreliše u linearnom koncentracionom opsegu funkcije $A = A(C) = abC$ koja predstavlja Lamber Beer-ov zakon.

Metoda je selektivna i kvantitativna zbog toga što je talasna dužina apsorbovane svetlosti karakteristična samo za metal koji se određuje, a količina apsorbovane energije svetlosti u plamenu je mera koncentracije analita u uzorku.

Zbog toga što rezultujuća apsorbanca obično sadrži nespecifične komponente zajedno sa stvarnom analitičkom apsorbancom analita, potrebno je da instrumentalna pozadinska korekcija oduzme ovu nespecifičnu komponentu od ukupnog signala. U odsustvu nespecifičnih smetnji, pozadinska apsorbanca je direktno srazmerna koncentraciji analita. Smanjenje ili povećanje apsorpcionog signala analita može biti izazvano i prisustvom komponenti matriksa uzorka. Ove smetnje moraju biti prepoznate i korigovane ukoliko postoje.

Tehnika generacije hidrida

Uvođenje uzoraka u sistem obavljeno je u kontinualnom protočnom sistemu u kojem se uzorci i tečni reagensi pumpaju i međusobno mešaju. Natrijum-borhidrid u kiseloj sredini stvara nascentni vodonik koji se kombinuje sa jonom arsena i stvara se gasoviti hidrid arsena koji se uz pomoć inertnog gasa, argona, izdvaja i vodi u zagrejanu kvarcnu cev u kojoj se raspada do arsena u osnovnom energetsom stanju. U tehnici generacije hidrida veoma je bitno valentno stanje elementa. Arsen se iz nepoželjnog valentnog stanja +5 prevodi u poželjno valentno stanje +3 redukcijom sa kalijum-jodidom.

Nakon digestije uzoraka pod dejstvom oksidacionih sredstava (mineralnih kiselina i vodonik peroksida) arsen je obično prisutan u "nepoželjnom" oksidacionom stanju pa ga pre analize tehnikom generacije hidrida obavezno treba prevesti u poželjno. Redukcija uzorka nakon digestije a pre generacije hidrida izvedena je van generatora hidrida.

Osnovu kontinualnog protočnog sistema čini peristaltična pumpa koja održava kontinualni protok uzorka ($6 - 7 \text{ cm}^3/\text{min}$), hlorovodonične kiseline ($1 \text{ cm}^3/\text{min}$) i 1 % natrijum-borhidrida ($1 \text{ cm}^3/\text{min}$). Sistemom peristaltičkih creva uzorak je prvo mešan sa hlorovodoničnom kiselinom a zatim je uzorku dodat rastvor natrijum-borhidrida i nakon toga u sistem je uveden inertni gas argon. Reakcija hidridizacije je nastavljena u reakcionoj petlji. Generisani gasoviti hidridi nošeni argonom su se izdvajali u odvajaju gas/tečnost i uvedeni su u kvarcnu cev, postavljenu unutar električnog grejača, centriranu u zraku katodne lampe, koji se greje do temperature od $925 \text{ }^\circ\text{C}$. U kvarcnoj cevi generisani hidridi arsena se raspadaju na atome arsena u osnovnom energetskom stanju i vodonik koji sagoreva na datoj temperaturi.

Kao posledica apsorpcije svetlosti stvara se kontinualni apsorpcioni signal koji postoji sve dok kroz sistem protiče rastvor uzorka ili standarda sa značajnom koncentracijom arsena. Apsorpcioni signal se registruje i koreliše u linearnom koncentracionom opsegu funkcije $A = A(C) = abC$ koja predstavlja Lamber Beer-ov zakon.

Metoda je selektivna i kvantitativna zbog toga što je talasna dužina apsorbovane svetlosti karakteristična samo za arsen, a količina apsorbovane energije svetlosti u kvarcnoj cevi je mera koncentracije arsena u uzorku.

4.4.2. Određivanje sadržaja ostataka pesticida

Metode za određivanje ostataka insekticida u hrani akreditovane su od strane AOAS (Association of Official Agricultural Chemists). Odobrena je primena gasne hromatografije (GC) i tečne hromatografije visokih performansi (HPLC).

U cilju određivanja sadržaja ostataka organohlornih insekticida oni su iz uzoraka prvo izolovani ekstrakcijom organskim rastvaračem. Nakon ekstrakcije ekstrakt je uparen i prečišćen. Posle prečišćavanja sadržaj organohlornih insekticida određen je metodom gasne hromatografije sa detektorom sa zahvatom elektrona (GC /ECD).

Za određivanje sadržaja ostataka pesticida primenjena je i brza metoda QuEChERS - Mini-Multiresidue Method for the Analysis of Pesticides. Po ovoj metodi, homogeni i reprezentativni uzorak je ekstrahovan iz zamrznutog stanja pomoću acetonitrila. Potom su dodati magnezijum sulfat, natrijum hlorid i soli limunske kiseline (citrati) do pH 5,0 - 5,5.

Smesa je intenzivno mešana i centrifugirana za fazu separacije. Izdvojen je ekstrakt koji je upotrebljen za gasnu hromatografiju. Kvantifikacija je izvedena korišćenjem internih standarda. Veličina uzorka bila je 1 do 5 g u zavisnosti od kapaciteta kalupa matrice ko-ekstrakta koji se očekuje u konačnom ekstraktu.

4.4.3. Određivanje prisustva mikotoksina

Za dokazivanje i polukvantitativno određivanje mikotoksina (aflatoksina B₁ + G₁) korišćena je brza metoda (fluorometrijska analiza). Ova metoda, koja je jedna od najsavremenijih metoda analize mikotoksina, obuhvata ekstrakciju uzorka i prečišćavanje sa Vicam-ovim imunoafinitetnim kolonicama koje su dalje korišćene za kvantitativno određivanje prisutnih mikotoksina upotrebom fluorometra.

Metoda je jednostavna i brza (analiza traje manje od 30 minuta). Jednostavnost testa je jedna od prednosti – pritiskom na taster fluorometra podešavano je koji će mikotoksin da se određuje. Posle izolovanja mikotoksina primenom imunoafinitetne kolonice, uzorak je stavljen u fluorometar. Fluorometar očitava fluorescenciju direktno proporcionalnu količini prisutnog mikotoksina i daje vrednost izraženu u ppb. Rezultat je štampan na ugrađenom štampaču.

4.5. Mikrobiološka analiza

Za mikrobiološko ispitivanje potrebno je više razređenja, pa je uzimano po 1 cm³ osnovnog (decimalnog) razređenja i prenošeno je u epruvetu sa 9 cm³ fiziološkog rastvora. Zamenjena je kapaljka čistom i izvršena je homogenizacija više puta uvlačenjem i ispuštanjem tečnosti iz kapaljke u epruvetu. Postupak je ponavljan pri izradi daljih razređenja.

4.5.1. Određivanje broja mikroorganizama u g ili cm³

Od priređenih osnovnih razređenja uzoraka otpipetirano je po 1 cm³ u Petrijeve ploče i zaliveno je, uz mešanje, sa oko 15 cm³ rastvorenog i na 45 °C ohlađenog hranljivog agara

(Torlak, Srbija). Kad se podloga ukrutila, ploče su inkubirane na 30 °C tokom 72 časa. Posle inkubiranja, izbrojane su kolonije na pločama na kojima je izraslo 30 do 300 kolonija. Ako je poslednja cifra izbrojanog broja kolonija bila 5 ili manja od 5, broj kolonija je korigovan na nižu, a ako je 6 ili veća od 6 na višu punu desetice (na primer ako je izbrojano 105 kolonija, broj je korigovan na 100, a ako je izbrojano 106 broj je korigovan na 110).

Izuzetno, kad se kod uzoraka utvrđuje broj mikroorganizama manji od 100/1 g ili cm³, kolonije su brojane i na pločama na kojima ih je izraslo manje od 30. Ako je pri tom, njihov broj bio 10 do 29, druga cifra je korigovana na napred opisan način, a ako je njihov broj bio manji od 10 korekcija se nije izvodila nego se iskazivao stvarno utvrđeni broj. Dobijeni broj kolonija množio se veličinom razređenja i iskazivao kao broj mikroorganizama u g ili cm³.

4.5.2. Izolovanje i identifikacija lipolitičkih bakterija

1 cm³ određenog osnovnog razređenja otpipetiran je u Petrijeve ploče i zaliven, uz mešanje, sa oko 15 cm³ otopljenog i na 45 °C ohlađenog tributirin agara (Torlak, Srbija). Kad je podloga ukrućena, ploče su inkubirane 72 h na 30 °C.

Kolonije lipolitičkih bakterija očitavane su koncentričnom, svetlom, providnom zonom čija širina mora biti veća od 1 mm. Broj lipolitičkih bakterija određen je brojanjem karakterističnih kolonija na način na koji se utvrđuje broj mikroorganizama u 1 g ili cm³ uzorka.

4.5.3. Izolovanje i identifikacija *Salmonellae*

U Erlenmajerov sud zapremine 300 do 750 cm³ odmereno je 25 g ispitivane namirnice, prethodno usitnjene (homogenizovane) u postupku pripremanja uzorka za mikrobiološku analizu. Na odmerenu količinu uzorka dodato je 225 cm³ podloge za obogaćenje, selenit bujona (Torlak, Srbija) i mućkanjem ili vibriranjem dobro je homogenizovano tako da je homogenizovani uzorak imao konzistenciju retko tekuće emulzije, a zatim je inkubiran 18 do 24 časa na 37 °C.

Posle inkubacije, podloga je dobro promućkana i po jedna eza zasejana po površini SS agara (Torlak, Srbija) i Vilson-Blairovog bizmutsulfitnog agara (Torlak, Srbija). Zasejane podloge su inkubirane 24 do 48 časova na 37 °C. Izrasle kolonije, za koje se sumnjalo da su *Salmonellae*, presejavane su na Kliglerov dvostruki šećer (Torlak, Srbija). Kolonije koje su i na dvostrukom šećeru davale reakcije karakteristične za *Salmonellae*, dalje su identifikovane skraćenim biohemijskim nizom. Zasejan je kosi agar sa ureom (Torlak, Srbija), tekuća podloga za KCN (Torlak, Srbija) i peptonska voda za indol (Torlak, Srbija). Podloge su inkubirane 24 do 48 časova na 37 °C, a posle toga očitavani su rezultati prema tablici:

Tabela 15. Identifikacija *Salmonellae* vrste

Rod	Urea	KCN	Indol
<i>Salmonellae</i>	-	-	-
<i>Proteus</i>	+	+	+ ili -

Kultura koja daje sve biohemijske reakcije na *Salmonellae* dalje je identifikovana reakcijama aglutinacije polivalentnim i monovalentnim serumima. Pre identifikacije soja aglutinacijom, proveren je soj i aglutinirajući serum na pojavu spontane aglutinacije. Na odgovarajuće staklo stavljena je kap skupnog O (polivalentnog) aglutinirajućeg seruma (Torlak, Srbija) za *Salmonellae* i s njom je izmešana eza ispitujuće kulture. Pozitivna reakcija aglutinacije izražena je pojavom sitno zrnastih pahuljica u bistroj tečnosti, serumu.

4.5.4. Izolovanje i identifikacija koagulaza pozitivnih stafilokoka

Koagulaza pozitivne stafilokoke tražene su u 0,01 g uzorka namirnice tako što je 1 cm³ osnovnog razređenja zasejan u slani bujon. Zasejane epruvete bujona inkubirane su 24 časa na 37 °C.

Posle inkubacije zasejanog slanog bujona uzorak je ezom presejan na površinu ETGP agara po Baird-Parkeru (Himedia, Italija). Zasejana podloga inkubirana je 24 do 48 časova na 37 °C. Izrasle kolonije, karakteristične za koagulazu pozitivne stafilokoke, proveravane su na sposobnost koagulisanja plazme, odnosno na prisustvo fermenta koagulaze.

4.5.5. Izolovanje i identifikacija sulfitoredujućih klostridija

1 cm³ odgovarajućeg osnovnog razređenja uzorka prenesen je u epruvetu 16 x 160 mm. Epruveta je uronjena u vodu, koja je u kupatilu prethodno zagrejana na 80 °C i ostavljena 10 minuta. Posle toga je epruveta nalivena pripremljenim otopljenim sulfitnim agarom (Torlak, Srbija) tako da udaljenost od čepa nije bila veća od 1 cm, a visina razlivena podloge nije bila niža od 14 cm. Zasejana podloga je inkubirana 3 do 5 dana na 37 °C. Porast karakterističnih crnih kolonija u dubini podloge, ili difuzno crnjenje cele podloge uz stvaranje plina i cepanje podloge ili bez stvaranja plina, označeno je kao pozitivni prethodni ogled, odnosno kao znak verovatnog prisustva sulfitoredujućih klostridija u uzorku.

Dalje je ogled izveden tako da je od karakterističnih crnih kolonija napravljen razmaz i obojen po Gramu. Istovremeno je kultura ezom prenesena na krvni agar koji je inkubiran aerobno 48 časova na 37 °C. Nalaz Gram pozitivnih štapića, sa ili bez spora, u mikroskopskom preparatu i izostanak rasta na krvnom agaru (Torlak, Srbija) smatran je pozitivnim potvrdnim ogledom, odnosno dokazom prisustva sulfitoredujućih klostridija u ispitivanom uzorku.

4.5.6. Izolovanje i identifikacija *Proteus* vrsta

Proteus vrste tražene su u 0,001 g namirnice tako što je 1 cm³ osnovnog razređenja zasejan u hranljivi bujon (Torlak, Srbija). Zasejane epruvete bujona inkubirane su 24 časa na 37 °C. Posle inkubacije zasejanog hranljivog bujona uzorak je ezom zasejan na površinu brilijant-zelenog agara (Torlak, Srbija). Podloga je inkubirana 24 do 48 časova na 37 °C. Izrasle laktoza negativne kolonije, Gram negativni štapići, karakteristični za *Proteus* vrste, dalje su presejane na dvostruki šećer po Kligleru (Torlak, Srbija). Kulture sa dvostrukog šećera sumnjive na *Proteus* vrste identifikovane su dalje prema sledećoj tablici:

Tabela 16. Identifikacija *Proteus* vrste

Rod – vrsta	MR	VP	Urea	Simons citrat	KCN	Indol	Fenil-acetin
<i>Salmonellae</i>	+	-	-	+	-	-	-
<i>Proteus</i>	+	V	+	V	+	V	+
<i>Escherichia coli</i>	+	-	-	-	-	+	-

4.5.7. Izolovanje i identifikacija *Escherichia coli*

0,1 g uzorka, odnosno 1 cm³ određenog osnovnog razređenja, zavisno od toga u kojoj se količini određivalo prisustvo *E. coli*, zasejano je u epruvete sa brilijant-zelenim laktoza žučnim bujonom (Himedia, Italija) sa Durhamovim cevčicama. Podloga je inkubirana 24 do 48 časova na 44 °C. Stvaranje plina u Durhamovim cevčicama posle 24 ili 48 časova označava sumnju da je u podlozi došlo do rasta *E. coli*, odnosno označuje se kao pozitivan prethodni ogled.

Iz epruveta sa pozitivnim prethodnim ogledom ezom je presejavan sadržaj na površinu ljubičasto-crvenog žučnog agara (Torlak, Srbija) koji je zatim inkubiran 24 do 48 časova na 44 °C. Rast karakterističnih kolonija *E. coli* na površini podloge i nalaz Gram negativnih štapića u mikroskopskom preparatu označava se kao pozitivni potvrdni ogled. Kultura tih kolonija prenesu se na kosi agar, inkubiraju 24 časa na 37 °C i identifikuju kratkim biohemijskim nizom – IMVC ogledom. Kulture se presejavaju na peptonsku vodu za indol (Torlak, Srbija), podlogu za izvođenje MR i VP* ogleda i podlogu za dokaz korišćenja citrata (Torlak, Srbija). Podloge se inkubiraju 24 do 48 časova na 37 °C. Posle očitavanja rezultata identifikacija *E. coli* (završni ogled) obavlja se prema sledećoj tablici:

Tabela 17. Identifikacija *Escherichia coli* vrste

Rod	Indol	MR*	VP*	Simons citrat
<i>Escherichia coli</i>	+	+	-	-
<i>Citrobacter</i>	-	+	-	+
<i>Klebsiella enterobacter</i>	-	-	+	+

*MR i VP ogled (Metil red i Voges Proskauer; Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica Sl. List SFRJ, br. 25/80).

4.6. Kontrola kvaliteta suncokretovog ulja

4.6.1. Određivanje peroksidnog broja

Princip

Zasniva se na određivanju joda koji se izdvaja dejstvom peroksida na jodide u kiseloj sredini.

Reagensi

1. glacijalna CH_3COOH , p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
2. CHCl_3 , p.a. (Fisher Chemical, Belgija)
3. KJ, zasićen rastvor (KJ, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
4. 1 %-ni rastvor skroba (skrob, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
5. $c(\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3) = 0,01 \text{ mol/dm}^3$ (0,1M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, p.a. Fisher Chemical, Belgija)

Pribor

1. sud po Erlenmeyer-u od 100 cm^3 sa brušenim čepom
2. mikrobireta
3. bireta

Postupak

Odmereno je 2 g uzorka u sud po Erlenmeyer-u od 100 cm^3 sa brušenim čepom, rastvoreno je u 10 cm^3 sveže napravljenog rastvora glacijalne sirćetne kiseline i hloroforma (3:2), a zatim je dodato $0,2 \text{ cm}^3$ zasićenog rastvora kalijum jodida iz mikrobirete. Sadržaj je mešan kružnim pokretima tačno 1 min. Zatim su dodati 20 cm^3 destilovane vode i $0,5 \text{ cm}^3$ skroba. Titrirano je 0,01 M rastvorom natrijumtiosulfata uz intenzivno mešanje dok nije iščezla i poslednja nijansa boje. Uporedo je rađena i slepa proba radi provere čistoće reaktiva, pri čemu nije trošeno više od $0,1 \text{ cm}^3$ rastvora natrijumtiosulfata.

Izračunavanje

Peroksidni broj je izračunat prema jednačini (11):

$$\text{Pb} = \frac{(a-b) \cdot 5 \cdot F}{m} \quad (\text{mmol O}_2 / \text{kg}) \quad (11)$$

gde su:

a - broj cm^3 0,01 M rastvora natrijumtiosulfata utrošenog za titraciju glavne probe

b - broj cm^3 0,01 M rastvora natrijumtiosulfata utrošenog za titraciju slepe probe

F - faktor rastvora natrijumtiosulfata

m - odmerena količina uzorka (g)

4.6.2. Određivanje slobodnih masnih kiselina

Princip

Sadržaj slobodnih masnih kiselina određen je preko količine alkalija potrebnih za neutralizaciju slobodnih masnih kiselina i izražen je preko % oleinske kiseline.

Reagensi

1. etar-etanol neutralna smeša 1:1 (etar, p.a. Lachema-Češka; etanol 96 %, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
2. $c(\text{NaOH}) = 0,1 \text{ mol/dm}^3$ (NaOH, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
3. 1 %-ni rastvor fenolftaleina u etanolu (fenolftalein, p.a. Merck, Nemačka)

Pribor

1. sud po Erlenmeyer-u od 200 cm^3
2. menzura
3. bireta

Postupak

U sud po Erlenmeyer-u od 200 cm^3 izmereno je 2,5 g uzorka, preliveno je sa 50 cm^3 neutralne smeše etanola i etra. Smeša je prethodno neutralisana 0,1 M rastvorom NaOH uz fenolftalein, pošto etar može da reaguje kiselo, pa bi se izvesna zapremina rastvora baze trošila za neutralizaciju kiselina iz etra. Zatim je dodato nekoliko kapi rastvora fenolftaleina i uzorak je titrisan 0,1 M rastvorom NaOH do slabo ružičaste boje koja nije iščezla ni posle 1 min.

Izračunavanje

Sadržaj slobodnih masnih kiselina izračunat je prema jednačini (12):

$$\% \text{ oleinske kiseline} = \frac{a \cdot 10 \cdot 0,2823}{m} \quad (12)$$

gde su:

a - broj cm^3 0,1 M rastvora NaOH utrošenog za titraciju

m - odmerena količina uzorka (g)

Koristi se odnos da je 1 cm^3 1 M rastvora alkalije ekvivalentan sa 0,2823 g oleinske kiseline.

4.6.3. Određivanje saponifikacionog broja

Princip

Zasniva se na dejstvu alkoholnog rastvora baze poznatog molariteta pri čemu se saponifikuje masnoća, a višak baze retitriše rastvorom hlorovodonične kiseline poznatog molariteta.

Reagensi

1. 0,5 M rastvor KOH u 96 %-nom etanolu (KOH, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
2. $c(\text{HCl}) = 0,5 \text{ mol/dm}^3$ (conc. HCl, p.a. Fisher Chemical, Belgija)
3. 1 %-ni rastvor fenolftaleina u etanolu (fenolftalein, p.a. Merck, Nemačka)

Pribor

1. sud po Erlenmeyer-u od 200 cm^3 sa šlifovanim čepom
2. hladnjak
3. vodeno kupatilo
4. bireta

Postupak

U sud po Erlenmeyer-u od 200 cm^3 sa šlifovanim čepom odmereno je 2 g uzorka, dodato je 25 cm^3 0,5 M alkoholnog rastvora KOH. Sud je spojen sa hladnjakom i uzorak je zagrevan na vodenom kupatilu 30 - 60 min od momenta ključanja uz povremeno mućkanje, sve dok reakciona smeša nije postala sasvim bistra. Posle završene saponifikacije skinut je hladnjak a zatim je u još vruć rastvor dodato nekoliko kapi fenolftaleina i višak je titrisan 0,5 M rastvorom HCl do nestanka crvene boje. Istovremeno, pri istim uslovima

urađena je i slepa proba, jer je titar alkoholnog rastvora KOH zbog delimične oksidacije nestabilan.

Izračunavanje

Saponifikacioni broj je izračunat prema jednačini (13):

$$S_b = \frac{(a-b) \cdot 28,055}{m} \quad (13)$$

gde su:

a - broj cm³ 0,5 M rastvora HCl utrošenog za glavnu probu

b - broj cm³ 0,5 M rastvora HCl utrošenog za slepu probu

m - odmerena količina uzorka (g)

1 cm³ 0,5 M rastvora HCl ekvivalentan je sa 28,055 mg KOH

4.7. Ekstrakcija kao priprema uzoraka za GC-MS

Pribor

- 1) 4 staklena balona ravnog dna, zapremine 300 cm³, sa širokim grlom;
- 2) stakleni levak, prečnika 10 cm;
- 3) čahure za ekstrakciju;
- 4) aparat za ekstrakciju, po Soxhlet-u;
- 5) analitička vaga, tačnosti ± 0,1 mg;
- 6) uobičajeni laboratorijski pribor.

Reagensi

1. dihlormetan (metilen-hlorid) CH₂Cl₂, p.a. (Hemos, Moss, Srbija)

Postupak

U Soxhlet-ovom aparatu za destilaciju (opisano u metodi 4.3.1.) ekstrahovana su tri 3 uzorka: mlevena bela slačica, mešavina inaktivisane mlevene bele slačice i mlevene bele

slačice u odnosu 1:3,2 i uzorak blagog senfa. Mereno je po 10 g svakog uzorka. Uzorci su ekstrahovani organskim rastvaračem, metilen hloridom - CH₂Cl₂ (b.p. 38 °C) u trajanju od 10 časova. Svaki uzorak je ekstrahovan sa po 150 cm³ metilen hlorida. Uporedo je rađena i slepa proba koja je bila čist metilen hlorid radi provere čistoće rastvarača. Sve analize su rađene tri puta.

4.8. Tehnika gasne hromatografije-masene spektrometrije

Ekstrakti su analizirani metodom gasne hromatografije-masene spektrometrije (GC-MS). Korišćen je Agilent 7890N gasni hromatograf opremljen HP5-MS kapilarnom kolonom (definisani temperaturni program: početna temperatura 40 °C u trajanju od 9 min; potom zagrevanje brzinom od 4 °C/min do 65 °C; 0 minuta na temperaturi od 65 °C; potom zagrevanje brzinom od 9°C/min do 285 °C; 3 minuta na konačnoj temperaturi od 285 °C) sa helijumom, kao nosećim gasom (protoka 1,5 cm³/min). Ekstrakti su ručno ubrizgavani (1 µl uzorka) u injektor u splitless (bez deljenja) režimu rada. Temperatura injektora bila je 250 °C. GC je povezan sa Hewlett-Packard 5972 masenim detektorom (MSD) sa rasponom skeniranja 45 - 550 na 70 eV. Temperatura jonskog izvora bila je 230 °C, a temperatura kvadripola bila je 150 °C. "Solvent delay" je 10 minuta. Sve analize ispitivanih uzoraka su sprovedene u režimu potpunog skeniranja. Najznačajniji pikovi su identifikovani poređenjem njihovih retencionih indeksa sa literaturnim podacima, kao i na osnovu njihovih kompletnih masenih spektara i to poređenjem sa masenim spektrima baze podataka (NIST/ EPA/NIH Maseno- spektralna biblioteka NIST2000, Wiley/ NBS registar maseno-spektralnih podataka 7th Ed. elektronska verzija). Retencioni indeksi su izračunati u odnosu na C₇-C₂₉ alkane na HP-5MS koloni, prema jednačini Kovats (14; Kováts, 1958):

$$I = 100 \times \left[n + (N - n) \frac{t'_{r(\text{unknown})} - t'_{r(n)}}{t'_{r(N)} - t'_{r(n)}} \right] \quad (14)$$

gde su:

I = Kovats retencioni indeks,
n = broj atoma ugljenika u nižem n-alkanu
N = broj atoma ugljenika u višem n-alkanu,
 t_r = retenciono vreme.

4.9. Senzorna analiza

Metodologija testiranja sprovedena je na osnovu čulnog testa pri čemu su određivane karakteristike ukus, miris, boja i konzistencija. Ispitivanje je obavilo deset posebno obučениh osoba sa osetljivim čulima.

Primenom deskriptivnog analitičkog bod sistema utvrđen je ukupni senzorni kvalitet svih ispitivanih uzoraka senfa (svi uzorci su ocenjivani najmanje 3 nedelje nakon proizvodnje, zbog perioda "zrenja"), ocenjivanjem prethodno odabranih reprezentativnih svojstava kvaliteta. Prilikom ocenjivanja korišćen je bodovni raspon od 1 do 5 sa mogućnošću dodeljivanja polovine i četvrtine boda. Za svako odabrano svojstvo kvaliteta određen je faktor važnosti (FV) pomoću koga su korigovane (množenjem) date ocene. Faktori važnosti su izabrani prema uticaju pojedinih svojstava na ukupan kvalitet, a izbalansirani su tako da njihov zbir bude 20. Kako je kriterijum ukusa procenjen kao najbitniji, dodeljen mu je faktor važnosti 10, konzistenciji je dodeljen faktor važnosti 4, a boji i mirisu po 3. Sabiranjem pojedinačnih ocena dobijen je jedan kompleksni pokazatelj koji reprezentuje ukupan senzorni kvalitet, a izražen je kao "% od maksimalno mogućeg kvaliteta". Deljenjem ove vrednosti sa zbirom faktora važnosti dobijena je ponderisana srednja ocena koja takođe reprezentuje ukupan senzorni kvalitet ispitivanih uzoraka senfa.

Ocena:

- 1,00 – jako izražene greške,
- 2,00 – jasno izražene greške,
- 3,00 – primetna odstupanja,
- 4,00 – neznatna odstupanja i
- 5,00 – potpuno ispunjava zahteve za kvalitet.

Kategorija ukupnog senzornog kvaliteta je određena u zavisnosti od raspona ocena: proizvod koji je dobio ocenu $< 2,50$ ne ispunjava zahteve za senzorni kvalitet, odnosno smatra se neprihvatljivim; raspon ocena od 2,50 do 3,50 odgovara dobrom kvalitetu; od 3,50 do 4,50 vrlo dobrom kvalitetu; od 4,50 do 5,00 odličnom kvalitetu.

Tabela 18. Senzorno vrednovanje kvaliteta senfa

Ime i prezime degustatora:				Oznaka uzorka	
Parametar kvaliteta	Zahev za kvalitet	O	FV	O	PB
Boja	Svojtvena, primerno izražena, ujednačene boje	5	3		
	Svojtvena, neznatno slabije izražena, svetlije ili tamnije boje	3-4			
	Nesvojtvena, neizražena, izrazito svetlije ili tamnije boje	1-2			
Konzistencija	Svojtvena, homogena, maziva, bez vidljivih delova slačice, primerne čvrstoće, bez izdvajanja tečne faze	5	4		
	Svojtvena, homogena, maziva, neznatno mekša ili tvrđa, bez grudvica i vidljivih delova slačice, bez izdvajanja tečne faze	4			
	Svojtvena, slabije izdvajanje tečne faze, neznatno mekša ili tvrđa konzistencija, bez grudvica, primetni vidljivi delovi slačice	3			
	Nesvojtvena, slabije maziva, nehomogena, znatno izdvajanje faza, vidljive grudvice i delovi slačice	1-2			
Miris	Svojtven, harmoničan, primerno izražen, aromatičan	5	3		
	Svojtven, neznatno jače ili slabije izražen, neznatno slabija aromatičnost	4			
	Svojtven, izraženije odstupanje u intenzitetu, slabije aromatičan	3			
	Nesvojtven, vrlo slabo aromatičan, strani miris	1-2			
Ukus	Svojtven, primerno izražen, zaokružen, aromatičan, primerna kiselost i primerna ljutina	5	10		
	Svojtven, neznatno slabije izražen, zaokružen, aromatičan, jača ili slabija kiselost i ljutina	4			
	Svojtven, nedovoljno izražen, nepotpuno zaokružen, nešto slabiji u aromi, jača ili slabija kiselost i ljutina	3			
	Slabo aromatičan, nezaokružen, jača ili slabija kiselost i ljutina	2			
	Bez izražaja, nesvojtven, prekiseo, stran ukus	1			
Ukupan broj bodova:					

Odličan 88,00 - 100,00 bodova
 Vrlo dobar 76,00 - 87,99 bodova
 Dobar 66,00 - 75,99 bodova
 Dovoljan 56,00 - 65,99 bodova
 Ne zadovoljava < 56,00 bodova

O - Ocena
 FV - Faktor važnosti
 PB - Ponderisani bodovi

4.10. Statistička obrada rezultata senzorne analize

Informacije o rezultatima istraživanja senzornog ocenjivanja kvaliteta uzoraka senfa deklariranih kao blagi senf, senf sa začinskim biljem, senf za roštilj i Chilli senf date su preko osnovnih pokazatelja deskriptivne statistike: aritmetičke sredine (\bar{x}), standardne devijacije (S_d) i koeficijenta varijacije (C_v).

U radu, izbor između alternativnih metoda izvršen je u skladu sa vrednostima koeficijenta varijacije i rezultatima Levene-ovog testa za homogenost varijansi. Koeficijent varijacije je korišćen kao aproksimativni kriterijum, za proveru pretpostavke o distribuiranosti podataka po modelu normalne raspodele, na kojoj se zasniva parametarska statistika.

Statističko ispitivanje postavljenih hipoteza o jednakosti ostvarenih prosečnih ocena ispitivanih kvalitativnih svojstava senfa od strane stručnog tima, izvršeno je parametarskim modelom analize varijanse u slučaju homogenih podataka u uzorcima ($c_v \leq 30\%$) i homogenih varijansi uzoraka utvrđenoj preko Levene-ovog testa. Za slučaj nehomogenosti varijansi uzoraka Kruskal-Wallis-ovim neparametarskim testom je utvrđivana statistička razlika u ocenama senzornih karakteristika posmatranih uzoraka .

Pojedinačna poređenja dve po dve prosečne ocene sprovedena su na bazi rezultata LSD-testa, u slučaju homogenih podataka u uzorcima ($c_v \leq 30\%$) i homogenih varijansi uzoraka. U slučaju heterogenih varijansi uzoraka korišćen je Mann-Whitney-ev U test.

Sva statistička ispitivanja i metode su odrađene u statističkom programu STATISTICA.

5. REZULTATI I DISKUSIJA

5.1. Proizvodnja i karakterizacija senfa

Da bi se postigli optimalni ukus, miris, boja i konzistencija proizvoda, bilo je potrebno proizvesti senf prema nizu probnih postupaka proizvodnje, obaviti degustaciju od strane stručnog tima (senzorna ispitivanja) i mikrobiološke analize.

5.1.1. Kontrola kvaliteta polaznih sirovina

Kontrola kvaliteta suncokretovog ulja

Pre početka proizvodnje izvršena je kontrola kvaliteta suncokretovog ulja koje se koristilo u proizvodnji senfa. U tabeli 19 prikazani su rezultati kontrole kvaliteta suncokretovog ulja.

Tabela 19. Kvalitet suncokretovog ulja

Ispitivanje	Vrednost	Dozvoljena vrednost
Boja	odgovara	Svojstvena proizvodu
Ukus	dobar	Bez stranog ukusa
Miris	dobar	Bez stranog mirisa
Peroksidni broj	0,00 mmol/kg	0-2,5 mmol/kg
Slobodne masne kiseline	0,03 %	0,02-0,10 %
Saponifikacioni broj	0,00 ppm	0-50 ppm

Rezultati kontrole kvaliteta suncokretovog ulja pokazali su da se ovo ulje moglo koristiti u proizvodnji senfa jer je ispunjavalo sve parametre kvaliteta i u skladu je sa Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode (Sl. list SCG, br. 23/2006).

Mikrobiološko ispitivanje polaznih sirovina

Izvršeno je mikrobiološko ispitivanje sirovina koje su se koristile u proizvodnji senfa. Sve komponente su posedovale proizvođačku specifikaciju kojom su garantovani mikrobiološka i fizičko-hemijska ispravnost, ali je uobičajeno da se pre proizvodnje vrši unutrašnja kontrola. U tabelama u Prilogu (Prilog 1 – 24) prikazani su rezultati mikrobiološkog ispitivanja osnovnih i dodatnih sirovina.

Na osnovu rezultata mikrobiološkog ispitivanja može se zaključiti da je mikrobiološki kvalitet sirovina koje su dodavane u toku proizvodnje u skladu sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Prilog 1 – 24).

Iako su u pojedinim sirovinama mikrobiološkom analizom pronađene bakterije, plesni i kvasci, njihov broj nije prelazio dozvoljen ukupan broj mikroorganizama za određenu kategoriju polazne sirovine. Ipak, potrebno je naglasiti da su kurkuma, korijander, piment, vlašac, bosiljak, peršun, đumbir u prahu, beli luk u prahu, crni luk u prahu, paradajz u prahu i slatka začinska paprika sadržali određen broj bakterija, plesni i kvasaca koji bi eventualno mogli da predstavljaju rizik u tehnološkom postupku proizvodnje senfa.

5.1.2. Optimizacija kiselosti senfa

Komponente koje su korišćene u proizvodnji ovog probnog uzorka blagog senfa su voda, mlevena bela slačica, sirće, šećer, so, kurkuma, korijander mleveni, mlevena slatka začinska paprika i piment mleveni (komponente su navedene po opadajućem udelu). Udeli svih komponenata su isti. Jedina razlika je u vrsti sirćeta koje je korišćeno u postupku proizvodnje. Prva proba bila je sa jabukovim sirćetom, druga sa vinskim, a treća sa alkoholnim sirćetom.

U tabeli 20 prikazani su rezultati senzorne analize senfova sa različitim vrstama sirćeta (broj ocenjivača 10), a u tabelama 21 – 23 rezultati njihovog mikrobiološkog ispitivanja.

Tabela 20. Senzorna analiza senfa sa različitim vrstama sirćeta

	Senf sa jabukovim sirćetom	Senf sa vinskim sirćetom	Senf sa alkoholnim sirćetom
Boja	13,35	12,75	13,35
Konzistencija	16,20	17,00	16,50
Miris	13,73	13,13	13,28
Ukus	43,75	44,25	43,50
Ukupna ocena	87,03	87,13	86,63

Prema oceni 10 degustatora najbolje senzorne ocene je dobio senf sa vinskim sirćetom.

Mikrobiološko ispitivanje senfa sa alkoholnim, jabukovim i vinskim sirćetom

Tabela 21. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa alkoholnim sirćetom

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	100	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da je senf sa alkoholnim sirćetom mikrobiološki stabilan i samim tim usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 21).

Tabela 22. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa jabukovim sirćetom

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	800	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da senf sa jabukovim sirćetom nije mikrobiološki stabilan (nađeno je prisustvo lipolitičkih bakterija) i samim tim nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 22).

Tabela 23. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa vinskim sirćetom

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	750	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da senf sa vinskim sirćetom nije mikrobiološki stabilan (nađeno je prisustvo lipolitičkih bakterija) i samim tim nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 23).

Iako je prema oceni 10 degustatora najbolje senzorne ocene dobio senf sa vinskim sirćetom, mikrobiološka analiza je pokazala da taj proizvod i proizvod sa jabukovim sirćetom nisu mikrobiološki stabilni (nađeno je prisustvo lipolitičkih bakterija) i samim tim nisu usaglašeni sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabele 21, 22 i 23). Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da je alkoholno sirće komponenta koja je u tehnološkom postupku proizvodnje obezbedila mikrobiološku ispravnost ovog uzorka senfa, za razliku od vinskog i jabukovog sirćeta. Zato je u svim narednim probama korišćeno alkoholno sirće kao komponenta.

5.1.3. Optimizacija boje senfa

Komponente koje su korišćene u proizvodnji ovog probnog uzorka blagog senfa su voda, mlevena bela slačica, alkoholno sirće, šećer, so, kurkuma, korijander mleveni, mlevena slatka začinska paprika i piment mleveni (komponente su navedene po opadajućem udelu). Udeli svih komponenata su isti. Jedina razlika je u sadržaju kurkume koja je korišćena u postupku proizvodnje. Prva proba bila je sa 0,13 %, druga sa 0,15 %, a treća sa 0,18 % kurkume.

U tabeli 24 prikazani su rezultati senzorne analize senfova proizvedenih sa različitim sadržajem kurkume (broj ocenjivača 10).

Tabela 24. Senzorna analiza senfova proizvedenih sa različitim sadržajem kurkume

	Senf sa 0,13 % kurkume	Senf sa 0,15 % kurkume	Senf sa 0,18 % kurkume
Boja	13,13	13,73	13,35
Konzistencija	16,20	16,50	16,20
Miris	13,28	13,35	13,35
Ukus	43,50	43,75	43,75
Ukupna ocena	86,11	87,33	86,65

Senzornom analizom je utvrđeno da su sve tri probe sa različitim sadržajem kurkume dale vrlo dobre uzorke senfa, a najbolju ocenu je dobio uzorak sa 0,15 % kurkume. Boja

koju daje kurkuma je žuto-narandžasta. Ipak, ranija iskustva u industrijskoj proizvodnji senfa su pokazala da je bolje rezultate pružao vitamin B₂ (riboflavin) koji daje lepu žutu boju, pa su svi uzorci u daljim postupcima proizvodnje bojeni ovim vitaminom. Kurkuma je ekonomski isplativija i samim tim pogodnija za industrijsku proizvodnju senfa, a riboflavin je korišćen kao komponenta u laboratorijskoj proizvodnji za potrebe ovog eksperimenta.

5.1.4. Primena inaktivisane bele slačice u proizvodnji senfa

Komponente koje su korišćene u proizvodnji senfa sa inaktivisanom belom slačicom su voda, inaktivisana mlevena bela slačica, alkoholno sirće, šećer i so (komponente su navedene po opadajućem udelu).

Kao rezultat inaktivacije mirozinaze dobijen je senf smanjene ljutine. U tabeli 25 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa inaktivisanom belom slačicom. S obzirom na to da je u proizvodu konstatovano prisustvo lipolitičkih bakterija, ovaj senf nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 25). Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da se inaktivacijom slačice smanjuje ljutina, ali se gube i jedinjenja koja senfu obezbeđuju jedan vid konzervisanja. Zato je u daljem radu u recepturama korišćena mešavina inaktivisane i obične bele slačice u određenom odnosu.

Tabela 25. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa inaktivisanom belom slačicom

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	30	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

5.1.5. Optimizacija toplotnog režima u proizvodnji senfa

Komponente koje su korišćene su voda, alkoholno sirće, inaktivisana mlevena bela slačica, mlevena bela slačica, šećer, so, korijander mleveni, slatka začinska mlevena paprika, piment mleveni i vitamin B₂ (komponente su navedene po opadajućem udelu).

Prva proba je urađena sa pasterizacijom na 85 °C, a druga proba je urađena bez zagrevanja. Konstatovano je da je u probi bez pasterizacije konzistencija bila manje

viskozna, a da se primenjenim temperaturnim režimom gubila ljutina senfa. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja dati su u tabelama 26 i 27.

Tabela 26. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa koji je pasterizovan na 85 °C

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	200	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Na osnovu rezultata mikrobiološkog ispitivanja senfa koji je pasterizovan na 85 °C može se zaključiti da je ovaj proizvod mikrobiološki stabilan i da je samim tim usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 26).

Tabela 27. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa koji nije pasterizovan

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	1300	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

U probi koja je rađena bez pasterizacije konstatovano je prisustvo lipolitičkih bakterija, tako da ovaj senf nije bio usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 27).

Lipolitičke bakterije sintetišu enzime lipaze koji vrše razgradnju lipida biljnog i životinjskog porekla uz oslobađanje masnih kiselina i glicerida. Oslobađanje nižih masnih kiselina ima za posledicu pojavu neprijatnog mirisa i ukusa što se naziva hidrolitička užeglost (Đorđević, 1982). Lipolitičke bakterije imaju sposobnost rasta pri relativno niskim temperaturama (5 °C) što otežava zaštitu proizvoda od njihovog delovanja. Ove bakterije nisu štetne za zdravlje ljudi, ali umnogome doprinose neprijatnom ukusu i mirisu proizvoda. Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002) regulisano je u kojim proizvodima i sirovinama ne sme biti

potvrđeno njihovo prisustvo. Najznačajniji predstavnici lipolitičkih bakterija su vrste rodova *Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Klebsiela* i *Bacillus*.

Pretpostavka je da lipolitičke bakterije potiču iz slačice jer je to sirovina koja sadrži veliki procenat lipida. Član 4. Pravilnika o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002), po kom se radi mikrobiološka kontrola slačice, ne podrazumeva analizu prisustva lipolitičkih bakterija, jer se pretpostavlja da će ova sirovina biti termički tretirana u tehnološkom postupku proizvodnje senfa.

Na osnovu dobijenih rezultata zaključuje se da se u proizvodnji senfa mora vršiti pasterizacija.

5.1.6. Proizvodnja i karakterizacija blagog senfa

Proba 1.

Komponente koje su korišćene u proizvodnji blagog senfa BS1 su voda, mlevena bela slačica, alkoholno sirće, inaktivisana mlevena bela slačica, šećer, so, korijander mleveni, slatka začinska paprika mlevena, piment mleveni i vitamin B₂ (komponente su navedene po opadajućem udelu). U odnosu na početnu recepturu variran je sadržaj komponenata u sledećim probama i u procentima je prikazano povećanje ili smanjenje određene komponente u odnosu na primarni udeo.

Na osnovu analize kvaliteta prve probe zaključeno je da je konzistencija trebalo da bude manje viskozna i da je boja trebalo da bude manje žuta, dok je ukus proizvoda bio dobar uz moguće smanjenje kiselosti.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 75 °C, tokom 5 minuta.

U tabeli 28 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS1.

Tabela 28. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS1

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	3600	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	+	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Protens</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Na osnovu rezultata mikrobiološke analize, gde je konstatovano prisustvo lipolitičkih bakterija i koagulaza pozitivnih stafilokoka, može se zaključiti da ovaj proizvod nije mikrobiološki ispravan tj. da nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 28). Konstatovano je da se pasterizacija mora obaviti na višoj temperaturi.

Proba 2.

U tabeli 29 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji blagog senfa BS2. Komponente su poredane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu BS1.

Tabela 29. Blagi senf BS2

Komponenta	%
Voda	+1,505
Bela slačica mlevena	+0,200
Alkoholno sirće	-0,200
Inaktivisana mlevena bela slačica	-1,500
Šećer	
So	
Korijander mleveni	
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	
Vitamin B ₂	-0,005

Na osnovu analize kvaliteta blagog senfa BS2 zaključeno je da je ukus ovog proizvoda bio dobar, ali i da je bilo potrebno dodatno smanjiti kiselost. Boja je bila povoljnija (smanjen je udeo riboflavina), a konzistencija je trebalo da bude malo viskoznija.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 80 °C, tokom 5 minuta.

U tabeli 30 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS2.

Tabela 30. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS2

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	1500	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Protens</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

U ovom proizvodu konstatovano je prisustvo lipolitičkih bakterija i samim tim uzorak blagog senfa BS2 nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 30).

Proba 3.

U tabeli 31 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji blagog senfa BS3. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu BS1.

Tabela 31. Blagi senf BS3

Komponenta	%
Voda	
Bela slačica mlevena	+0,2
Alkoholno sirće	-0,2
Inaktivisana mlevena bela slačica	-1,5
Šećer	
So	
Modifikovani skrob	+1,5
Korijander mleveni	
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	
Vitamin B ₂	

Kako je u prethodnoj probi konzistencija uzorka BS2 trebalo da bude viskozija, u postupku proizvodnje uzorka BS3 dodat je modifikovani skrob. Modifikovani skrob je skrob koji je izmenjen fizičkim, hemijskim ili enzimskim postupcima kako bi mu se povećala moć bubrenja (mogućnost apsorbovanja vode). Koristi se kao zgušnjivač i poboljšava teksturu proizvoda. Na osnovu analize kvaliteta blagog senfa BS3 konstatovano je da u uzorku BS3 konzistencija nije poboljšana dodatkom modifikovanog skroba. Na osnovu toga zaključeno je da se konzistencija mora poboljšati na drugi način.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 80 °C, tokom 5 minuta.

U tabeli 32 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS3.

U ovom proizvodu konstatovano je prisustvo lipolitičkih bakterija i koagulaza pozitivnih stafilokoka i samim tim uzorak BS3 nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 32). Na osnovu ovih rezultata zaključeno je da temperatura pasterizacije pri proizvodnji ovog senfa mora biti viša od 80 °C.

Tabela 32. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS3

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	3300	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	+	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Proba 4.

U tabeli 33 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji blagog senfa BS4. Komponente su poredane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu BS1.

U prethodnom uzorku blagog senfa BS3, konzistencija nije poboljšana dodavanjem modifikovanog skroba. U postupku proizvodnje blagog senfa BS4 povećan je udeo obične mlevene bele slačice i dodat je stabilizator guar guma (E412) da bi se utvrdilo da li će doprineti poboljšanju konzistencije. Stabilizator je aditiv koji stabilizuje koloidni sistem i samim tim poboljšava konzistenciju proizvoda. Konzistencija uzorka blagog senfa BS4 nije se poboljšala nakon dodavanja guar gume i povećanja udela obične mlevene bele slačice. Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da bi za poboljšanje konzistencije ovog proizvoda trebalo povećati količinu guar gume.

Tabela 33. Blagi senf BS4

Komponenta	%
Voda	-0,600
Bela slačica mlevena	+1,700
Alkoholno sirće	-0,200
Inaktivisana mlevena bela slačica	-1,500
Šećer	
So	+0,205
Stabilizator guar guma	+0,400
Korijander mleveni	
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	
Vitamin B ₂	-0,005

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 80 °C, tokom 5 minuta.

U tabeli 34 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS4.

Tabela 34. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS4

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	1300	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

U ovom uzorku konstatovano je prisustvo lipolitičkih bakterija tako da uzorak blagog senfa BS4 nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 34). Na osnovu ovih rezultata može se zaključiti da je temperatura pasterizacije od 80 °C, tokom 5 minuta nedovoljna da obezbedi mikrobiološku ispravnost ovog proizvoda i da bi je trebalo povišati na 85 °C, a vreme pasterizacije skratiti na 3 minuta.

Proba 5.

U tabeli 35 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji blagog senfa BS5. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu BS1.

Tabela 35. Blagi senf BS5

Komponenta	%
Voda	-0,600
Bela slačica mlevena	+1,700
Alkoholno sirće	-0,200
Inaktivisana mlevena bela slačica	-1,500
Šećer	
So	+0,200
Stabilizator guar guma	+0,500
Korijander mleveni	
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	
Vitamin B ₂	-0,005

U postupku proizvodnje uzorka blagog senfa BS5 povećana je količina stabilizatora guar gume. Na osnovu analize kvaliteta ovog proizvoda zaključeno je da je konzistencija

trebalo da bude još malo viskozija. Na osnovu toga odlučeno je da se u sledećoj probi koristi ksantan guma da bi se utvrdilo da li će doprineti poboljšanju konzistencije. Dodatno, zaključeno je da je kiselost ovog proizvoda trebalo da bude manja, pa je na osnovu toga odlučeno da se u sledećoj probi smanji udeo alkoholnog sirćeta.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

U tabeli 36 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS5.

Tabela 36. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS5

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	280	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološke analize su pokazale da je uzorak blagog senfa BS5 mikrobiološki stabilan i da je usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 36).

Proba 6.

U tabeli 37 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji blagog senfa BS6. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu BS1.

Tabela 37. Blagi senf BS6

Komponenta	%
Voda	-0,600
Bela slačica mlevena	+1,700
Alkoholno sirće	-0,400
Inaktivisana mlevena bela slačica	-1,500
Šećer	
So	+0,200
Ksantan guma	+0,100
Korijander mleveni	
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	-0,040
Vitamin B ₂	-0,005

U postupku proizvodnje blagog senfa BS6 dodat je aditiv ksantan guma (E415) da bi se utvrdilo da li će doprineti poboljšanju konzistencije. Ksantan guma je prirodni zgušnjivač. Utvrđeno je da konzistencija proizvoda nije poboljšana dodavanjem ovog aditiva. Na osnovu rezultata zaključuje se da je potrebno primeniti druge načine za postizanje odgovarajuće konzistencije proizvoda.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

U tabeli 38 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS6.

Tabela 38. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS6

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	50	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološke analize su pokazale da je uzorak BS6 mikrobiološki stabilan i samim tim usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 38).

Proba 7.

U tabeli 39 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji blagog senfa BS7. Komponente su poredane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu BS1.

Tabela 39. Blagi senf BS7

Komponenta	%
Voda	+1,045
Bela slačica mlevena	-0,800
Alkoholno sirće	-0,200
Inaktivisana mlevena bela slačica	-1,500
Šećer	
So	+0,200
Suncokretovo ulje	+1,000
Stabilizator guar guma	+0,300
Korijander mleveni	
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	-0,040
Vitamin B ₂	-0,005

U ovoj probi dodati su suncokretovo ulje i stabilizator guar guma. Korišćena je smanjena količina obične bele mlevene slačice da bi se ispitalo kakva će biti konzistencija u recepturi sa uljem. Ulje i stabilizator su izmešani i polako dodavani u ostale izmešane komponente, a potom je urađena pasterizacija na 85 °C, tokom 3 minuta. Utvrđeno je da je dodatkom ulja konzistencija ovog proizvoda bila manje viskozna nego obično i na osnovu toga je zaključeno da se mora povećati udeo slačice ili stabilizatora.

U tabeli 40 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS7.

Tabela 40. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS7

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	50	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološke analize su pokazale da je uzorak blagog senfa BS7 mikrobiološki stabilan i usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 40).

Proba 8.

U tabeli 41 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji blagog senfa BS8. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu BS1.

Tabela 41. Blagi senf BS8

Komponenta	%
Voda	+0,045
Bela slačica mlevena	+0,200
Alkoholno sirće	-0,200
Inaktivisana mlevena bela slačica	-1,500
Šećer	
So	+0,200
Suncokretovo ulje	+1,000
Stabilizator guar guma	+0,300
Korijander mleveni	
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	-0,040
Vitamin B ₂	-0,005

Utvrđeno je da povećanje udela bele slačice u uzorku BS8 nije rezultovalo poboljšanjem konzistencije. Na osnovu toga je zaključeno da se udeo slačice mora dodatno povećati.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

U tabeli 42 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS8.

Tabela 42. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS8

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	50	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološke analize su pokazale da je uzorak blagog senfa BS8 mikrobiološki stabilan i usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 42).

Proba 9.

U tabeli 43 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji blagog senfa BS9. Komponente su poredane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu BS1.

Tabela 43. Blagi senf BS9

Komponenta	%
Voda	-0,955
Bela slačica mlevena	+1,200
Alkoholno sirće	-0,200
Inaktivisana mlevena bela slačica	-1,500
Šećer	
So	+0,200
Suncokretovo ulje	+1,000
Stabilizator guar guma	+0,300
Korijander mleveni	
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	-0,040
Vitamin B ₂	-0,005

Dodatnim povećanjem udela obične mlevene bele slačice postiglo se da uzorak blagog senfa BS9 ima najbolju konzistenciju. Pretpostavlja se da bi konzistencija mogla da bude još bolja ukoliko bi se hlađenje senfa nakon proizvodnje u majonatoru obavilo naglo, tj. prolaskom kroz izmenjivač toplote, a ne laganim hlađenjem prolaskom hladne vode kroz omotač majonatora. Kako laboratorijski majonator ne poseduje pločasti izmenjivač toplote (poseduje ga samo industrijsko postrojenje), tehnički je bilo nemoguće izvesti naglo hlađenje senfa što je rezultiralo lošijom konzistencijom svih proizvedenih uzoraka.

Na osnovu ovih rezultata zaključeno je da je mešavina inaktivisane mlevene bele slačice i obične mlevene bele slačice u odnosu 1:3,2 pokazala najbolje rezultate u optimizaciji tehnološkog postupka.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

U tabeli 44 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS9.

Tabela 44. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja blagog senfa BS9

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	100	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološke analize su pokazale da je uzorak blagog senfa BS9 mikrobiološki stabilan i usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 44).

5.1.6.1. Senzorna analiza blagog senfa

Od devet proizvedenih uzoraka blagog senfa najbolje senzorne karakteristike su pokazali uzorci BS7, BS8 i BS9. Rezultati senzornog ispitivanja od strane stručnog tima degustatora prikazani su u tabeli 45 (broj ocenjivača 10).

Tabela 45. Rezultati senzornog ispitivanja uzoraka blagog senfa BS7, BS8 i BS9

	Uzorak BS7	Uzorak BS8	Uzorak BS9
Boja	12,75	13,50	13,50
Konzistencija	16,20	17,90	18,10
Miris	13,50	13,73	13,35
Ukus	44,50	45,50	45,00
Ukupna ocena (% od maksimalno mogućeg kvaliteta)	87,45	90,63	89,95
Ponderisana srednja vrednost ocene	4,37	4,53	4,50

Proizvodi blagi senf sa oznakom BS8 i BS9 su ocenjeni približnim ocenama i oba su bila u grupi "odličan". Pošto je po konzistenciji najbolju ocenu dobio senf BS9 (a konzistencija je bila najveći problem u proizvodnji), ovaj uzorak je uporedno ocenjivan sa konkurencijom sa tržišta. Rezultati uporednog ocenjivanja uzorka blagog senfa BS9 i još 3 blaga senfa sa tržišta prikazani su u tabeli 46 (broj ocenjivača 10).

Tabela 46. Rezultati senzornog ispitivanja uzorka blagog senfa BS9 i još 3 blaga senfa sa tržišta

	Uzorak BS9	Proizvođač A	Proizvođač B	Proizvođač C
Boja	12,68	12,83	13,73	12,83
Konzistencija	16,20	16,50	16,80	17,00
Miris	13,35	13,13	13,13	13,28
Ukus	43,75	43,50	43,75	44,25
Ukupna ocena (% od maksimalno mogućeg kvaliteta)	85,98	85,96	87,41	87,36
Ponderisana srednja vrednost ocene	4,30	4,30	4,37	4,37

Svi proizvodi su svrstani u grupu "vrlo dobar". Prema razlikama u ocenama može se zaključiti da je uzorak BS9 po ukusu približno sličnog kvaliteta ostalim senfovima sa tržišta, ali je njegova konzistencija ocenjena slabijom ocenom u odnosu na druge uzorke.

5.1.6.2. Statistička obrada rezultata senzorne analize blagog senfa

Minimalnom ocenom za boju 4,00 i konzistenciju 3,75 ocenjen je uzorak BS7, dok su uzorci BS8 i BS9 dobili minimalnu ocenu 4,25 za posmatrane karakteristike. Uzorci BS7 i BS9 su ocenjeni minimalno sa 4,25 za senzorne karakteristike miris i ukus, a uzorak BS8 je ocenjen višom minimalnom ocenom 4,50. Za sva ispitivana senzorna svojstva maksimalna ocena je 4,75 kojom su ocenjeni uzorci BS8 i BS9, dok se uzorak BS7 razlikuje od njih po maksimalnoj oceni za boju 4,50 i konzistenciji 4,25. U tabeli 47 prikazani su osnovni pokazatelji deskriptivne statistike kao rezultati senzornog ocenjivanja uzoraka blagog senfa od strane stručnog tima.

Tabela 47. Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike kao rezultati senzornog ocenjivanja uzoraka blagog senfa od strane stručnog tima

Uzorak	Statistički pokazatelji	Ocenjeno senzorno svojstvo kvaliteta				Vrednost ponderisane srednje ocene
		BOJA	KONZISTENCIJA	MIRIS	UKUS	
		KOEFIČIJENT VAŽNOSTI (KV)				
		3	4	3	10	
BS7	Min.	4,000	3,750	4,250	4,250	4,37
	Max.	4,500	4,250	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,250	4,050	4,500	4,450	
	S_d	0,167	0,158	0,167	0,158	
	C_v	3,922	3,904	3,704	3,553	
BS8	Min.	4,250	4,250	4,500	4,500	4,53
	Max.	4,750	4,750	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,500	4,475	4,575	4,550	
	S_d	0,236	0,142	0,121	0,105	
	C_v	5,238	3,171	2,640	2,317	
BS9	Min.	4,250	4,250	4,250	4,250	4,50
	Max.	4,750	4,750	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,500	4,525	4,450	4,500	
	S_d	0,236	0,142	0,121	0,105	
	C_v	5,238	3,136	3,553	2,619	

\bar{X} - aritmetička sredina, S_d – standardna devijacija, C_v – koeficijent varijacije u %

Ispunjeni su svi uslovi za primenu parametarskog testa modela analize varijanse jer su koeficijenti varijacije ispod 30 % i rezultati Levene-ovog testa pokazuju homogenost varijansi svih posmatranih uzoraka za sva ocenjivana svojstva (Tabela 48).

Tabela 48. Rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi i ANOVE senzornih svojstava kvaliteta blagog senfa

Ispitivana svojstva	Levene-ov test		ANOVA	
	F	p	F	p
Boja	2,571	0,095	4,500	0,021*
Konzistencija	0,288	0,752	31,308	<0,001**
Miris	0,116	0,891	1,763	0,191
Ukus	1,535	0,234	1,500	0,241

$p < 0,05$ (*) razlika je značajna; $p < 0,01$ (**) razlika je vrlo značajna

Rezultati analize varijanse senzornih svojstava blagog senfa pokazali su da se prosečne ocene uzoraka statistički značajno razlikuju kad je u pitanju ispitivano svojstvo boja i da se vrlo značajno razlikuju po konzistenciji. Po prosečnim ocenama za miris i ukus posmatrani uzorci se ne razlikuju statistički.

U tabeli 49 prikazani su nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo boja uzoraka blagog senfa.

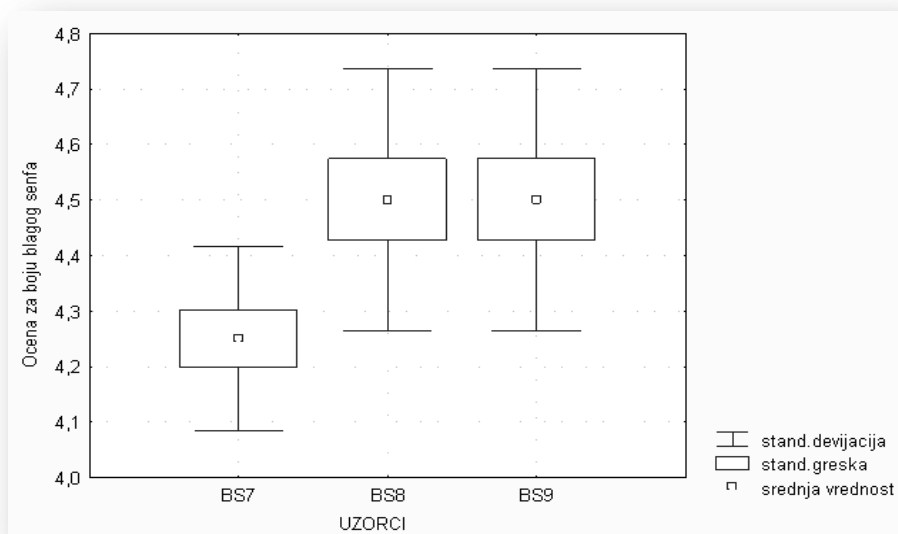
Tabela 49. Nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo boja uzoraka blagog senfa

Uzorci	Uzorci		
	BS7	BS8	BS9
	Aritmetičke sredine		
	4,250	4,500	4,500
BS7	-	0,015*	0,015*
BS8	-	-	1

$p < 0,05$ (*) razlika je značajna

Pojedinačni test za testiranje sredina pokazao je da su uzorci BS8 i BS9 ocenjeni značajno boljom ocenom u odnosu na uzorak BS7 za ispitivanu senzornu karakteristiku boja i vrlo značajnom za konzistenciju, dok između njih nema statistički značajne razlike (Tabela 49; Slika 23).

Na slici 23 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo boja blagog senfa



Slika 23. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo boja blagog senfa

Na slici 23 se uočava da su uzorci BS8 i BS9 ocenjeni značajno boljom ocenom u odnosu na uzorak BS7 za ispitivanu senzornu karakteristiku boja, dok između njih nema statistički značajne razlike.

U tabeli 50 prikazani su nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo konzistencija uzoraka blagog senfa.

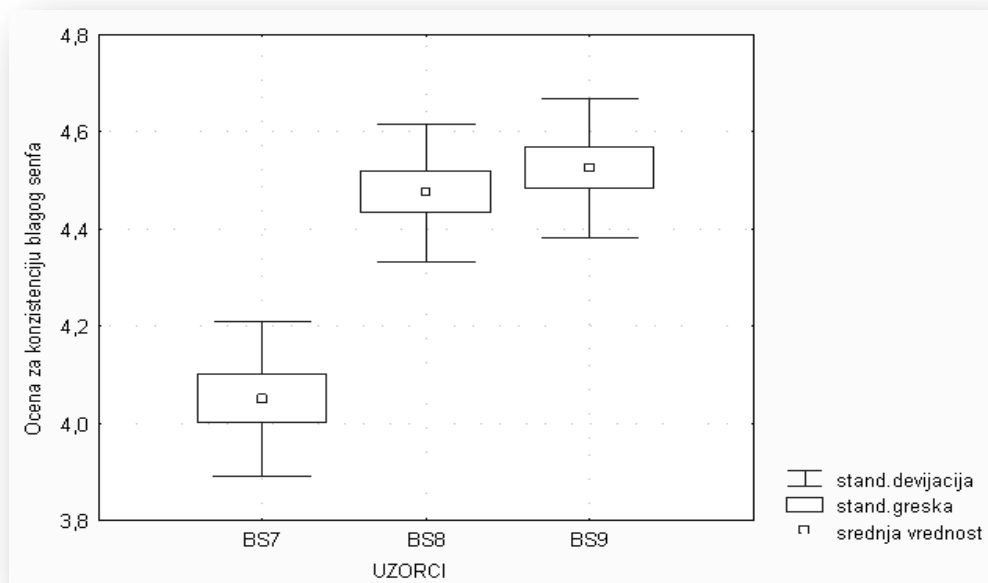
Tabela 50. Nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo konzistencija uzoraka blagog senfa

Uzorci	Uzorci		
	BS7	BS8	BS9
	Aritmetičke sredine		
	4,050	4,475	4,525
BS7	-	<0,001**	<0,001**
BS8	-	-	0,455

p<0,01 (**) razlika je vrlo značajna

Pojedinačni test za testiranje sredina pokazao je da su uzorci BS8 i BS9 ocenjeni vrlo značajno boljom ocenom u odnosu na uzorak BS7 za ispitivanu senzornu karakteristiku konzistencija, dok između njih nema statistički značajne razlike (Tabela 50; Slika 24).

Na slici 24 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo konzistencija blagog senfa.



Slika 24. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo konzistencija blagog senfa

Na slici 24 se uočava da su uzorci BS8 i BS9 ocenjeni vrlo značajno boljom ocenom u odnosu na uzorak BS7 za ispitivanu senzornu karakteristiku konzistencija, dok između njih nema statistički značajne razlike.

Statistička analiza uporednog ocenjivanje uzoraka blagog senfa BS9 i tri blaga senfa sa tržišta

Minimalna ocena za boju je 4,00 za sve uzorke, osim za uzorak B za koji ta ocena iznosi 4,25. Za konzistenciju, sve minimalne ocene svih posmatranih uzoraka su bile 4,00. Za miris, uzorci BS9 i C ocenjeni su minimalnom ocenom 4,25, koja je bolja od minimalne ocene za uzorke A i B. Za ukus, minimalnom ocenom 4,00 ocenjen je uzorak A, dok su ostali uzorci dobili minimalnu ocenu 4,25 za ispitivanu karakteristiku. Maksimalnu ocenu od 4,75 dobio je uzorak B za boju, a ostali uzorci su za tu karakteristiku ocenjeni sa maksimalno 4,50. Za konzistenciju najvišom ocenom od 4,75 ocenjen je uzorak C, uzorak B je imao maksimalnu ocenu 4,50, a BS9 i A 4,25 za ovu karakteristiku. Maksimalnom ocenom kvaliteta za miris od 4,75 ocenjen je uzorak BS9, dok je maksimalna ocena za miris ostalih uzoraka 4,50. Kao najukusniji sa maksimalnim ocenama 4,75 pokazali su se uzorci BS9 i C, dok je ukus ostala dva uzorka ocenjen maksimalnom ocenom 4,50. Najnižu prosečnu ocenu za senzorno svojstvo boja dobio je eksperimentalni uzorak BS9, a najvišom prosečnom vrednošću ocenjen je uzorak B poznatog proizvođača. Kad je u pitanju ocenjivanje konzistencije, najvišu prosečnu ocenu je dobio uzorak C, a najnižu posmatrani uzorak BS9. Što se tiče senzorne karakteristike miris, eksperimentalni uzorak BS9 je dobio najvišu prosečnu ocenu ocenjivača. Prema prosečnoj oceni za ukus uzorak BS9 je na drugom mestu, posle uzorka C, zajedno sa uzorkom B što je zadovoljavajuće, jer je ukus bitno senzorno svojstvo u analizi.

U tabeli 51 prikazani su osnovni pokazatelji deskriptivne statistike ispitivanih senzornih svojstava uzoraka blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalnog uzorka BS9.

Tabela 51. Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike ispitivanih senzornih svojstava uzoraka blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalnog uzorka BS9

Proizvođač	Statistički pokazatelji	Ocenjeno senzorno svojstvo kvaliteta				Vrednost ponderisane srednje ocene
		BOJA	KONZISTENCIJA	MIRIS	UKUS	
		KOEFIČIJENT VAŽNOSTI (KV)				
		3	4	3	10	
BS9	Min.	4,000	4,000	4,250	4,250	4,30
	Max.	4,500	4,250	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,225	4,050	4,450	4,375	
	S_d	0,142	0,105	0,158	0,177	
	C_v	3,359	2,603	3,553	4,041	
A	Min.	4,000	4,000	4,000	4,000	4,30
	Max.	4,500	4,250	4,500	4,500	
	\bar{X}	4,275	4,125	4,375	4,350	
	S_d	0,184	0,132	0,177	0,175	
	C_v	4,315	3,194	4,041	4,018	
B	Min.	4,250	4,000	4,000	4,250	4,37
	Max.	4,750	4,500	4,500	4,500	
	\bar{X}	4,575	4,200	4,375	4,375	
	S_d	0,206	0,197	0,212	0,132	
	C_v	4,499	4,695	4,856	3,012	
C	Min.	4,000	4,000	4,250	4,250	4,37
	Max.	4,500	4,750	4,500	4,750	
	\bar{X}	4,275	4,250	4,425	4,425	
	S_d	0,184	0,236	0,121	0,206	
	C_v	4,315	5,546	2,729	4,651	

\bar{X} - aritmetička sredina, S_d – standardna devijacija, C_v – koeficijent varijacije u %

Koeficijenti varijacije ukazuju da su ocene svih posmatranih uzoraka homogene ($C_v \leq 30$ %) po svim ispitivanim svojstvima (Tabela 51).

U tabeli 52 prikazani su rezultati rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi i ANOVE senzornih svojstava kvaliteta blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalnog uzorka BS9.

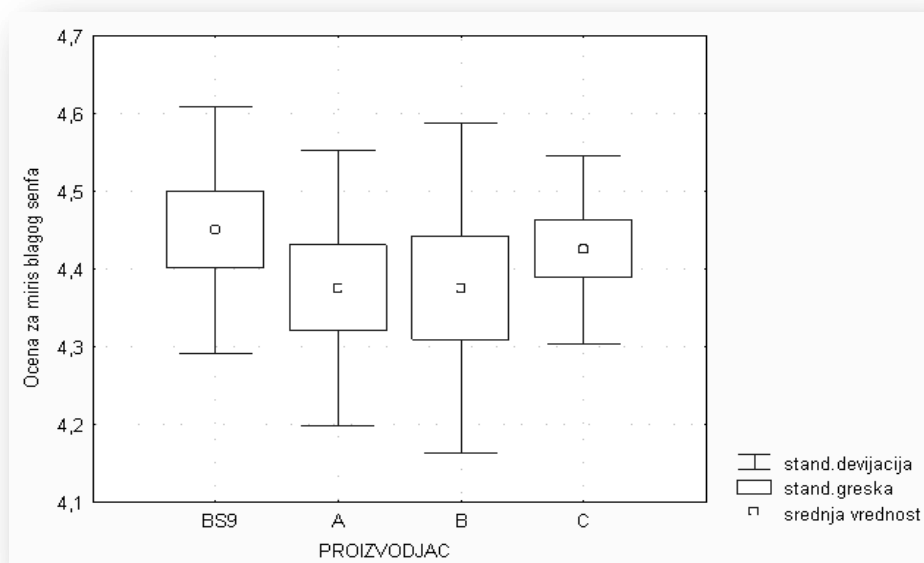
Tabela 52. Rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi i ANOVE senzornih svojstava kvaliteta blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalnog uzorka BS9

Ispitivana svojstva	Levene-ov test		ANOVA	
	F	p	F	p
Boja	1,026	0,393	7,851	<0,001**
Konzistencija	1,131	0,349	2,491	0,076
Miris	1,359	0,271	0,485	0,695
Ukus	0,826	0,487	0,326	0,807

$p < 0,01$ (**) razlika je vrlo značajna

Rezultati Levene-ovog testa ukazuju da su varijanse svih posmatranih uzoraka homogene za sva ocenjivana svojstva. S obzirom na to da su koeficijenti varijacije ispod 30 % i da rezultati Levene-ovog testa ukazuju na homogenost varijansi, može se primeniti parametarski model analize varijanse. Na osnovu rezultata analize varijanse senzornih svojstava blagog senfa prosečne ocene uzoraka svih proizvođača se statistički značajno ne razlikuju, osim kad je u pitanju senzorna karakteristika boja prema kojoj se statistički vrlo značajno razlikuje blagi senf posmatranih proizvođača (Tabela 52). Za miris i ukus uzoračka F vrednost analize varijanse je manja od jedan, što ukazuje da su se više razlikovale ocene koje su dodelili ocenjivači senfu iz istog uzorka nego senfu u različitim uzorcima.

Na slici 25 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo miris blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalnog uzorka BS9.



Slika 25. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo miris blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalnog uzorka BS9

Na slici 25 se uočava da se uzorci blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalni uzorak BS9 statistički značajno ne razlikuju kada je u pitanju senzorna karakteristika miris.

U tabeli 53 prikazani su nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo boja blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalnog uzorka BS9.

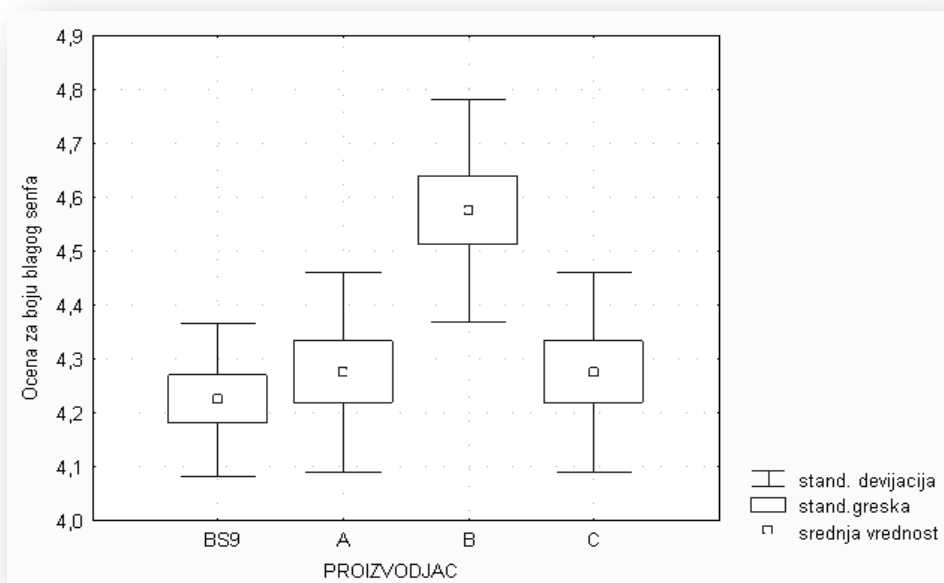
Tabela 53. Nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo boja blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalnog uzorka BS9

Proizvođač	Proizvođač			
	BS9	A	B	C
	Aritmetičke sredine			
	4,225	4,275	4,575	4,275
BS9	-	0,540	<0,001**	0,540
A	-	-	<0,001**	1,000
B	-	-	-	<0,001**

p<0,01 (**) razlika je vrlo značajna

S obzirom na rezultat analize varijanse dalje ispitivanje boje sprovedeno je testom najmanje značajne razlike (Tabela 53). Uzorak B je ocenjen statistički vrlo značajno boljom prosečnom ocenom u odnosu na ostale posmatrane uzorke, dok između ta tri uzorka ne postoji statistički značajna razlika u boji.

Na slici 26 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo boja blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalnog uzorka BS9.



Slika 26. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo boja blagog senfa tri poznata proizvođača i eksperimentalnog uzorka BS9

Na slici 26 uočava se da je uzorak proizvođača B ocenjen statistički vrlo značajno boljom prosečnom ocenom u odnosu na ostale posmatrane uzorke, dok između uzoraka proizvođača A, proizvođača C i eksperimentalnog uzorka BS9 ne postoji statistički značajna razlika u boji.

5.1.6.3. Fizičko-hemijska analiza uzorka blagog senfa BS9

Rezultati fizičko-hemijske analize uzorka blagog senfa BS9 prikazani su u tabeli 54.

Tabela 54. Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kvaliteta uzorka blagog senfa BS9

Ispitivanje	Vrednost	Referentne vrednosti
Gubitak sušenjem (sadržaj vlage)	72,21 %	Najviše 78 %
Sadržaj pepela nerastvorljivog u HCl	0 %	Najviše 0,1 %
Reakcija na veštačke boje	negativna	negativna
Sadržaj SO ₂	58,56 mg/kg	do 250 mg/kg
Sadržaj pepela bez NaCl, računato na suhu materiju proizvoda	3,60 %	Najviše 9 %
Sadržaj NaCl, računato na suhu materiju proizvoda	11,16 %	Najviše 15 %

Na osnovu rezultata fizičko-hemijskog ispitivanja uzorka blagog senfa BS9 zaključeno je da je ovaj proizvod u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za senf (Sl. list SRJ br. 3/2001) i Pravilnikom o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Sl. list SCG br. 56/2003, 4/2004-dr. pravilnik i 5/2004-ispr).

5.1.6.4. Fizičko-hemijsko ispitivanje kontaminanata u uzorku blagog senfa BS9

Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata u uzorku blagog senfa BS9 prikazani su u tabeli 55.

Na osnovu rezultata fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata (ostataka pesticida, sadržaja teških metala i sadržaja aflatoksina) u uzorku blagog senfa BS9 zaključeno je da nema povišenog sadržaja ovih kontaminanata i samim tim je ovaj uzorak u skladu sa Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Sl. list SRJ, br. 5/92, 11/92 – ispr. i 32/2002).

Tabela 55. Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata u uzorku blagog senfa BS9

Kontaminant	Vrednost	Maksimalna dozvoljena količina
Sadržaj REZ.OH-INS. LINDAN/ŽN	< 0,002 mg/kg	0,008 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. ALFA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. BETA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. DELTA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. p,p'- DDE	< 0,002 mg/kg	0,04 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. p,p'- DDT	< 0,002 mg/kg	0,04 mg/kg
Sadržaj OLOVA/ŽN	< 0,91 mg/kg	2,00 mg/kg
Sadržaj ARSENA/ŽN	< 0,04 mg/kg	1,00 mg/kg
Sadržaj AFLATOKSINA B ₁ +G ₁	< 3,0 µg/kg	30,0 µg/kg

REZ.OH-INS. – rezidue organohlornih insekticida; ŽN – životna namirnica; HCH – Heksahlorcikloheksan; LINDAN – 99 % gama izomer HCH; DDE – Dihlordifenildihloretan; DDT – Dihlordifeniltrihloretan

5.1.6.5. Energetska vrednost uzorka blagog senfa BS9

Rezultati energetske vrednosti uzorka blagog senfa BS9 prikazani su u tabeli 56.

Tabela 56. Energetska vrednost uzorka blagog senfa BS9

Sadržaj proteina	6,72 %
Sadržaj masti	6,50 %
Sadržaj ugljenih hidrata	10,47 %
Energetska vrednost	547,68 kJ/100 g

Energetska vrednost uzorka blagog senfa BS9 iznosila je 547,68 kJ na 100 g proizvoda.

5.1.7. Proizvodnja i karakterizacija senfa sa začinskim biljem

Proba 1.

Komponente koje su korišćene u proizvodnji senfa sa začinskim biljem SZB1 su voda, mlevena bela slačica, alkoholno sirće, inaktivisana mlevena bela slačica, šećer, so, aroma mirođije, sterilizovane iglice mirođije, stabilizator guar guma, beli luk u prahu, crni luk u prahu, peršun list seckani, vlašac seckani, korijander mleveni, bosiljak seckani, slatka začinska paprika mlevena, piment mleveni i vitamin B₂ (komponente su navedene po opadajućem udelu). U odnosu na početnu recepturu variran je sadržaj komponenata u sledećim probama i u procentima je prikazano povećanje ili smanjenje određene komponente u odnosu na primarni udeo.

U prvoj probi začinsko bilje je dodato pre pasterizacije, a iglice sterilizovane mirođije dodate su 3 minuta pre završetka postupka proizvodnje.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 75 °C, tokom 5 minuta.

Na osnovu analize kvaliteta ovog proizvoda zaključeno je da boja nije bila odgovarajuća, odnosno, da je trebalo da bude više zelenkasta.

U tabeli 57 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa začinskim biljem SZB1.

U ovom uzorku konstatovano je prisustvo lipolitičkih bakterija, tako da senf sa začinskim biljem SZB1 nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 57). Na osnovu ovih rezultata zaključeno je da primenjena temperatura pasterizacije nije bila dovoljna i da bi je u narednim probama trebalo povisiti.

Tabela 57. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa začinskim biljem SZB1

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	1900	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Proba 2.

U tabeli 58 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji senfa sa začinskim biljem SZB2. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu SZB1.

Utvrđeno je da je dodatnim povećanjem udela riboflavina (vitamin B₂) postignuto poboljšanje boje, ali je predloženo da se u sledećoj probi bojenje vrši ekstraktom spanaća kako bi se dobila žuto-zelenkasta boja. Predloženo je i da se u sledećoj probi poveća udeo vlašca da bi se intenzivirao ukus. U ovoj probi stabilizator guar guma je prvo rastvoren u suncokretovom ulju.

Tabela 58. Senf sa začinskim biljem SZB2

Komponenta	%
Voda	
Bela slačica mlevena	
Alkoholno sirće	
Inaktivisana mlevena bela slačica	-0,82
Šećer	
So	
Suncokretovo ulje	+0,80
Aroma mirođije	
Mirođija iglice (sterilizovane)	
Stabilizator guar guma	
Beli luk u prahu	
Crni luk u prahu	
Peršun list seckani	
Vlašac seckani	
Korijander mleveni	
Bosiljak seckani	
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	
Vitamin B ₂	+0,02

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 80 °C, tokom 5 minuta.

U tabeli 59 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa začinskim biljem SZB2.

Tabela 59. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa začinskim biljem SZB2

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	1600	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Konstatovano je prisustvo lipolitičkih bakterija, tako da senf sa začinskim biljem SZB2 nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 59). Na osnovu rezultata se zaključuje da, kao i kod uzoraka blagog senfa, ova temperatura pasterizacije ne obezbeđuje mikrobiološku stabilnost proizvodu, pa je u sledećoj probi temperaturu trebalo povišiti, a vreme pasterizacije skratiti.

Proba 3.

U tabeli 60 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji senfa sa začinskim biljem SZB3. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu SZB1.

Tabela 60. Senf sa začinskim biljem SZB3

Komponenta	%
Voda	-0,54
Bela slačica mlevena	
Alkoholno sirće	
Inaktivisana mlevena bela slačica	
Šećer	-0,50
So	
Suncokretovo ulje	+0,80
Aroma mirođije	
Mirođija iglice (sterilizovane)	
Stabilizator guar guma	
Beli luk u prahu	
Crni luk u prahu	
Ekstrakt spanaća	+0,12
Peršun list seckani	
Vlašac seckani	+0,10
Korijander mleveni	
Bosiljak seckani	
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	
Vitamin B ₂	+0,02

Nakon dodavanja ekstrakta spanaća, utvrđeno je da je boja proizvoda bila previše zelena. Na osnovu toga je zaključeno da bi u sledećoj probi trebalo smanjiti udeo ekstrakta spanaća. Što se ukusa tiče, zaključeno je da bi količinu vlašca trebalo smanjiti na početnu vrednost, a povećati količinu bosiljka i mirođije.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

Na osnovu ovih rezultata predloženo je da se u sledećoj probi upotrebi manja količina vlašca, manje arome mirođije, a više bosiljka i sterilizovanih iglica mirođije.

U tabeli 61 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa začinskim biljem SZB3.

Mikrobiološka analiza je pokazala da je senf sa začinskim biljem SZB3 mikrobiološki stabilan i samim tim usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 61).

Tabela 61. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa začinskim biljem SZB3

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	1000	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Proba 4.

U tabeli 62 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji senfa sa začinskim biljem SZB4. Komponente su poredane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu SZB1.

Analize su pokazale da je senf sa začinskim biljem SZB4 okarakterisan veoma dobrom bojom i konzistencijom, a takođe i dobrim ukusom i mirisom.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

Tabela 62. Senf sa začinskim biljem SZB4

Komponenta	%
Voda	-0,43
Bela slačica mlevena	
Alkoholno sirće	
Inaktivisana mlevena bela slačica	
Šećer	-0,50
So	
Suncokretovo ulje	+0,80
Aroma mirođije	-0,02
Mirođija iglice (sterilizovane)	+0,05
Stabilizator guar guma	
Beli luk u prahu	
Crni luk u prahu	
Ekstrakt spanaća	+0,03
Peršun list seckani	
Vlašac seckani	
Korijander mleveni	
Bosiljak seckani	+0,05
Slatka začinska paprika mlevena	
Piment mleveni	
Vitamin B ₂	+0,02

U tabeli 63 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa začinskim biljem SZB4.

Tabela 63. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa sa začinskim biljem SZB4

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	800	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfiredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološka analiza je pokazala da je senf sa začinskim biljem SZB4 mikrobiološki stabilan i samim tim usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 63).

5.1.7.1. Senzorna analiza senfa sa začinskim biljem

Rezultati senzornog ispitivanja svih uzoraka senfa sa začinskim biljem od strane stručnog tima degustatora prikazani su u tabeli 64 (broj ocenjivača 10).

Tabela 64. Rezultati senzornog ispitivanja uzoraka senfa sa začinskim biljem SZB1, SZB2, SZB3 i SZB4

	SZB1	SZB2	SZB3	SZB4
Boja	13,43	13,50	13,43	13,50
Konzistencija	16,80	17,90	17,90	17,70
Miris	13,28	13,50	13,50	13,50
Ukus	45,50	45,00	45,50	46,00
Ukupna ocena (% od maksimalno mogućeg kvaliteta)	89,01	89,90	90,33	90,70
Ponderisana srednja vrednost ocene	4,45	4,50	4,52	4,54

Na osnovu dobijenih rezultata uzoraka senfa sa začinskim biljem najbolje senzorne karakteristike je imao uzorak SZB4. Uzorak SZB1 je odgovarao kategoriji kvaliteta "vrlo dobar", dok su ostali uzorci odgovarali kategoriji kvaliteta "odličan".

Kako na domaćem tržištu nema drugih proizvođača senfa sa začinskim biljem, nije bilo mogućnosti da se uradi senzorno ispitivanje u odnosu na ovu vrstu proizvoda drugih proizvođača.

5.1.7.2. Statistička obrada rezultata senzorne analize senfa sa začinskim biljem

Minimalnom ocenom 4,00 ocenjen je uzorak SZB1 za konzistenciju. Minimalnu ocenu 4,50 dobio je uzorak SZB4 za ukus. Ostali uzorci za sve ispitivane karakteristike dobili su

minimalne ocene 4,25. Maksimalna ocena za boju uzorka SZB4 je 4,50 koja je jedino bila niža od maksimalne 4,75 za ostale uzorke. Konzistencija posmatranih uzoraka senfa sa začinskim biljem izražena maksimalnim ocenama je najbolja kod uzorka SZB3 (4,75), dok su ostali uzorci dobili maksimalno 4,50 za ovu karakteristiku. Uzorci SZB2 i SZB3 imali su maksimalne ocene za miris 4,75, a uzorci SZB1 i SZB4 su ocenjeni najviše sa 4,50. Maksimalne ocene za ukus su bile iste za sve posmatrane uzorke 4,75. Najvišom prosečnom ocenom za boju ocenjen je uzorak SZB2. Za konzistenciju i miris najvišu prosečnu ocenu dobili su uzorci SZB2 i SZB3. Kao najukusniji, sa najvećom prosečnom ocenom po oceni stručnog tima bio je uzorak SZB4, dok su i za ostale uzorke prosečne ocene tog ispitivanog svojstva bile više nego za druga posmatrana senzorna svojstva senfa.

U tabeli 65 prikazani su osnovni pokazatelji deskriptivne statistike ispitivanih senzornih svojstava senfa sa začinskim biljem od strane stručnog tima.

Koeficijenti varijacije ukazuju da su ocene svih posmatranih uzoraka homogene ($C_v \leq 30\%$) po svim ispitivanim svojstvima (Tabela 65).

Tabela 65. Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike ispitivanih senzornih svojstava senfa sa začinskim biljem od strane stručnog tima

Uzorak	Statistički pokazatelji	Ocenjeno senzorno svojstvo kvaliteta				Vrednost ponderisane srednje ocene
		BOJA	KONZISTENCIJA	MIRIS	UKUS	
		KOEFIČIJENT VAŽNOSTI (KV)				
		3	4	3	10	
SZB1	Min.	4,250	4,000	4,250	4,250	4,45
	Max.	4,750	4,500	4,500	4,750	
	\bar{X}	4,475	4,200	4,425	4,550	
	S_d	0,142	0,197	0,121	0,158	
	C_v	3,171	4,695	2,729	3,475	
SZB2	Min.	4,250	4,250	4,250	4,250	4,50
	Max.	4,750	4,500	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,500	4,475	4,500	4,500	
	S_d	0,167	0,079	0,167	0,118	
	C_v	3,704	1,767	3,704	2,619	
SZB3	Min.	4,250	4,250	4,250	4,250	4,52
	Max.	4,750	4,750	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,475	4,475	4,500	4,550	
	S_d	0,142	0,184	0,167	0,158	
	C_v	3,171	4,122	3,704	3,475	
SZB4	Min.	4,250	4,250	4,250	4,500	4,54
	Max.	4,500	4,500	4,500	4,750	
	\bar{X}	4,425	4,425	4,425	4,600	
	S_d	0,121	0,121	0,121	0,129	
	C_v	2,729	2,729	2,729	2,806	

\bar{X} - aritmetička sredina, S_d – standardna devijacija, C_v – koeficijent varijacije u %

U tabeli 66 dati su rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi, ANOVA i Kruskal-Walis-ovog testa senzornih svojstava kvaliteta senfa sa začinskim biljem.

Tabela 66. Rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi, ANOVA i Kruskal-Walis-ovog testa senzornih svojstava kvaliteta senfa sa začinskim biljem

Ispitivana svojstva	Levene-ov test		ANOVA		Kruskal-Walis-ov test	
	F	p	F	p	H	p
Boja	0,054	0,983	0,479	0,699	-	-
Konzistencija	3,215	0,034	-	-	13,198	0,004**
Miris	0,009	0,999	0,885	0,458	-	-
Ukus	1,645	0,196	0,828	0,487	-	-

p<0,01 (**) razlika je vrlo značajna

Na osnovu rezultata Levene-ovog testa utvrđeno je da su varijanse svih posmatranih uzoraka homogene za ocenjivana svojstva boje, mirisa i ukusa dok za konzistenciju nisu. S obzirom na to da su koeficijenti varijacije ispod 30 % i da rezultati Levene-ovog testa ukazuju na homogenost varijansi može se primeniti parametarski model analize varijanse za boju, miris i ukus. Kako Levene-ov test nije pokazao homogenost varijansi ispitivanih uzoraka za konzistenciju (p<0,05), bilo je potrebno primeniti neparametarski Kruskal-Walis-ov test. Na osnovu rezultata upotrebljenih testova vidi se vrlo značajna razlika (p = 0,004<0,01) samo u ocenama za konzistenciju svih posmatranih uzoraka. Između prosečnih ocena ostalih ispitivanih svojstava posmatranih uzoraka ne postoji statistički značajna razlika po metodi ANOVA pa nije potrebno testirati parove srednjih vrednosti (Tabela 66). Za sve ispitivane karakteristike uzoračka F vrednost analize varijanse je manja od jedan, što ukazuje na to da su se više razlikovale ocene koje su dodelili ocenjivači senfu iz istog uzorka nego senfu u različitim uzorcima.

U tabeli 67 prikazani su nivoi značajnosti rezultata U testa za senzorno svojstvo konzistencija uzoraka senfa sa začinskim biljem.

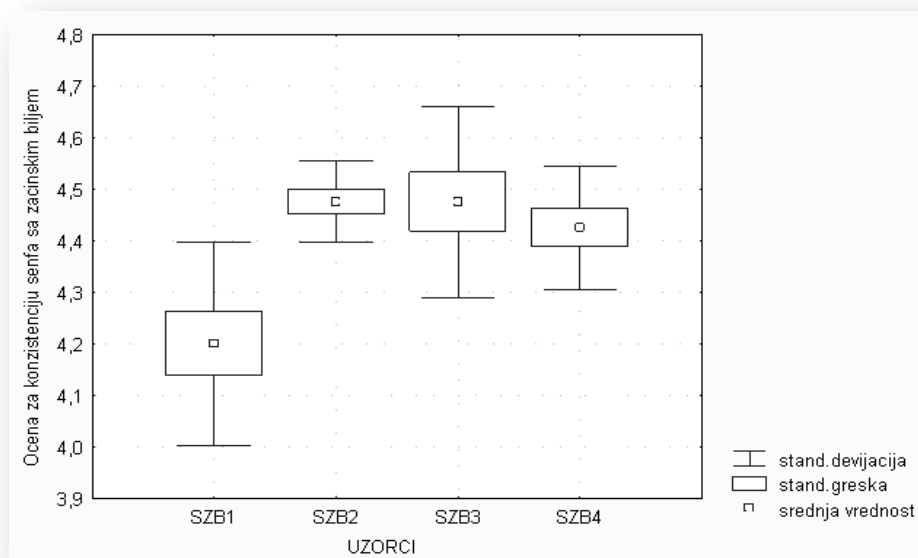
Tabela 67. Nivoi značajnosti rezultata U testa za senzorno svojstvo konzistencija uzoraka senfa sa začinskim biljem

Uzorci	Uzorci							
	SZB1		SZB2		SZB3		SZB4	
	Z	p	Z	p	Z	p	Z	p
SZB1	-	-	-3,104	0,002**	-2,619	0,009**	-2,527	0,011*
SZB2	-	-	-	-	-0,094	0,925	-1,090	0,276
SZB3	-	-	-	-	-	-	-0,608	0,543

p<0,05(*) razlika je značajna; p<0,01 (**) razlika je vrlo značajna

Poređenje prosečnih vrednosti ocena za konzistenciju posmatranih uzoraka izvršeno je na bazi pojedinačnog U testa koji je pokazao da vrlo značajna razlika u konzistenciji svih posmatranih uzoraka potiče od uzorka SZB1 koji je dobio vrlo značajno lošije ocene u odnosu na ostale uzorke od strane stručnog tima. Po konzistenciji uzorci SZB2, SZB3 i SZB4 se statistički značajno ne razlikuju (Tabela 67).

Na slici 27 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo konzistencija senfa sa začinskim biljem.



Slika 27. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo konzistencija senfa sa začinskim biljem

Na slici 27 uočava se da je uzorak SZB1 dobio vrlo značajno lošije ocene u odnosu na ostale uzorke za senzornu karakteristiku konzistencija, dok se ostala tri uzorka po konzistenciji statistički značajno ne razlikuju.

5.1.7.3. Fizičko-hemijska analiza uzorka senfa sa začinskim biljem SZB4

Rezultati fizičko-hemijske analize uzorka senfa sa začinskim biljem SZB4 prikazani su u tabeli 68.

Tabela 68. Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kvaliteta uzorka senfa sa začinskim biljem SZB4

Ispitivanje	Vrednost	Referentne vrednosti
Gubitak sušenjem (sadržaj vlage)	70,61 %	Najviše 78 %
Sadržaj pepela nerastvorljivog u HCl	0,03 %	Najviše 0,1 %
Reakcija na veštačke boje	negativna	negativna
Sadržaj SO ₂	116,16 mg/kg	do 250 mg/kg
Sadržaj pepela bez NaCl, računato na suhu materiju proizvoda	2,86 %	Najviše 9 %
Sadržaj NaCl, računato na suhu materiju proizvoda	11,84 %	Najviše 15 %

Na osnovu rezultata fizičko-hemijskog ispitivanja uzorka senfa sa začinskim biljem SZB4 zaključeno je da je ovaj proizvod u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za senf (Sl. list SRJ br. 3/2001) i Pravilnikom o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Sl. list SCG br. 56/2003, 4/2004-dr. pravilnik i 5/2004-ispr).

5.1.7.4. Fizičko-hemijsko ispitivanje kontaminanata u uzorku senfa sa začinskim biljem SZB4

Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata u uzorku senfa sa začinskim biljem SZB4 prikazani su u tabeli 69.

Tabela 69. Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata u uzorku senfa sa začinskim biljem SZB4

Kontaminant	Vrednost	Maksimalna dozvoljena količina
Sadržaj REZ.OH-INS. LINDAN/ŽN	< 0,002 mg/kg	0,008 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. ALFA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. BETA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. DELTA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. p,p'- DDE	< 0,002 mg/kg	0,04 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. p,p'- DDT	< 0,002 mg/kg	0,04 mg/kg
Sadržaj OLOVA/ŽN	< 0,90 mg/kg	2,00 mg/kg
Sadržaj ARSENA/ŽN	< 0,05 mg/kg	1,00 mg/kg
Sadržaj AFLATOKSINA B ₁ +G ₁	< 3,0 µg/kg	30,0 µg/kg

REZ.OH-INS. – rezidue organohlornih insekticida; ŽN – životna namirnica;
HCH – Heksahlorcikloheksan; LINDAN – 99 % gama izomer HCH;
DDE – Dihlordifenildihloretan; DDT – Dihlordifeniltrihloretan

Na osnovu rezultata fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata (ostataka pesticida, sadržaja teških metala i sadržaja aflatoksina) u uzorku senfa sa začinskim biljem SZB4 zaključeno je da nema povišenog sadržaja ovih kontaminanata i samim tim je ovaj uzorak u

skladu sa Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Sl. list SRJ, br. 5/92, 11/92 – ispr. i 32/2002).

5.1.7.5. Energetska vrednost uzorka senfa sa začinskim biljem SZB4

Rezultati energetske vrednosti uzorka senfa sa začinskim biljem SZB4 prikazani su u tabeli 70.

Tabela 70. Energetska vrednost uzorka senfa sa začinskim biljem SZB4

Sadržaj proteina	7,96 %
Sadržaj masti	6,21 %
Sadržaj ugljenih hidrata	10,90 %
Energetska vrednost	565,96 kJ/100 g

Energetska vrednost senfa sa začinskim biljem SZB4 iznosila je 565,96 kJ na 100 g proizvoda.

5.1.8. Proizvodnja i karakterizacija senfa za roštilj

Proba 1.

Komponente koje su korišćene u proizvodnji senfa za roštilj SZR1 su voda, mlevena bela slačica, alkoholno sirće, inaktivisana mlevena bela slačica, šećer, so, suncokretovo ulje, stabilizator guar guma, crni luk u prahu, Barbecue aroma, oleorezin ljute paprike, korijander mleveni, Grill aroma, piment mleveni, slatka začinska paprika mlevena i vitamin B₂ (komponente su navedene po opadajućem udelu). U odnosu na početnu recepturu variran je sadržaj komponenata u sledećim probama i u procentima je prikazano povećanje ili smanjenje određene komponente u odnosu na primarni udeo.

Analize su pokazale da je prva proba senfa za roštilj SZR1 rezultovala proizvodom veoma dobrih karakteristika. Na osnovu toga je predloženo da se ovom proizvodu doda neki novi sastojak (npr. đumbir u prahu i/ili paradajz u prahu) u cilju poboljšanja ukusa i boje. Dodatno, predloženo je i da se umesto slatke začinske paprike kao komponenta doda mlevena Chilli paprika.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 75 °C, tokom 5 minuta.

U tabeli 71 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa za roštilj SZR1.

Tabela 71. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa za roštilj SZR1

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	800	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

U ovom proizvodu konstatovano je prisustvo lipolitičkih bakterija. Ovakav proizvod nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 71). Na osnovu ovih rezultata zaključeno je da se pasterizacija mora obaviti na višoj temperaturi. Predložena je temperatura od 80 °C, tokom 5 minuta ili 85 °C, tokom 3 minuta.

Proba 2.

U tabeli 72 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji senfa za roštilj SZR2. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu SZR1.

Tabela 72. Senf za roštilj SZR2

Komponenta	%
Voda	-0,35
Bela slačica mlevena	
Alkoholno sirće	
Inaktivisana mlevena bela slačica	
Šećer	
So	
Suncokretovo ulje	
Stabilizator guar guma	
Crni luk u prahu	
Paradajz u prahu	+0,20
Barbecue aroma	
Đumbir u prahu	+0,10
Korijander mleveni	
Aroma Grill	
Piment mleveni	
Chilli paprika mlevena	+0,05
Vitamin B ₂	

Analize su pokazale da je proba senfa za roštilj SZR2 pripremljenog po novoj recepturi rezultovala proizvodom dosta dobrih karakteristika. Predloženo je da se u sledećoj probi smanji udeo Barbecue arome, a da se poveća udeo Grill arome i da se proba sa dodatkom celog zrna bele slačice (zbog "crunchy" ukusa) i sa sterilizovanim ljuspicama paprike.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 80 °C, tokom 5 minuta.

U tabeli 73 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa za roštilj SZR2.

Tabela 73. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa za roštilj SZR2

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	500	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

U senfu za roštilj SZR2 konstatovano je prisustvo lipolitičkih bakterija. Ovakav proizvod nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 73). Na osnovu ovih rezultata zaključeno je da se pasterizacija mora obaviti na 85 °C, tokom 3 minuta.

Proba 3.

U tabeli 74 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji senfa za roštilj SZR3. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu SZR1.

Ljuspice paprike su usitnjene do maksimalne veličine 3 mm da bi mogle da prođu kroz majonator. Celo zrno slačice i ljuspice paprike dodati su na kraju postupka, pre pasterizacije. Konzistencija je bila malo viskoznija, pa je u sledećoj probi trebalo da se stavi manje stabilizatora. Proba je bila bez đumbira. Na osnovu rezultata degustacije zaključeno je da je đumbir ipak trebalo da bude komponenta proizvoda SZR3 jer je ukus proizvoda SZR2, koji je sadržao đumbir, bio bolji. Zaključeno je i da su ljuspice paprike dale privlačniji izgled proizvodu. Predloženo je da se u sledećoj probi smanji udeo Barbecue arome, a poveća udeo zrna slačice.

Tabela 74. Senf za roštilj SZR3

Komponenta	%
Voda	-2,40
Bela slačica mlevena	
Alkoholno sirće	
Inaktivisana mlevena bela slačica	
Šećer	
Bela slačica u zrnu	+2,00
So	
Suncokretovo ulje	+0,20
Stabilizator guar guma	-0,10
Ljuspice paprike (sterilizovane)	+0,04
Crni luk u prahu	
Paradajz u prahu	+0,20
Barbecue aroma	-0,05
Grill aroma	+0,11
Korijander mleveni	
Piment mleveni	
Slatka začinska paprika mlevena	
Vitamin B ₂	

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

U tabeli 75 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa za roštilj SZR3.

Tabela 75. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa za roštilj SZR3

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	200	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološka analiza je pokazala da je proizvod senf za roštilj SZR3 mikrobiološki stabilan i samim tim usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 75).

Proba 4.

U tabeli 76 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji senfa za roštilj SZR4. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu SZR1.

Tabela 76. Senf za roštilj SZR4

Komponenta	%
Voda	-4,25
Bela slačica mlevena	
Alkoholno sirće	
Inaktivisana mlevena bela slačica	
Šećer	
Bela slačica u zrnu	+4,00
So	
Suncokretovo ulje	+0,20
Stabilizator guar guma	-0,20
Ljuspice paprike (sterilizovane)	+0,04
Crni luk u prahu	
Paradajz u prahu	+0,20
Barbecue aroma	-0,10
Đumbir u prahu	
Grill aroma	+0,11
Korijander mleveni	
Piment mleveni	
Slatka začinska paprika mlevena	
Vitamin B ₂	

Analize su pokazale da je proba senfa za roštilj SZR4 rezultovala proizvodom veoma dobrih karakteristika.

Pasterizacija ovog proizvoda obavljena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

U tabeli 77 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa za roštilj SZR4.

Tabela 77. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja senfa za roštilj SZR4

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	100	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoreducujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološka analiza je pokazala da je proizvod senf za roštilj SZR4 mikrobiološki stabilan i samim tim usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 77).

5.1.8.1. Senzorna analiza senfa za roštilj

Rezultati senzornog ispitivanja svih uzoraka senfa za roštilj od strane stručnog tima degustatora (broj ocenjivača 10) prikazani su u tabeli 78.

Tabela 78. Rezultati senzornog ispitivanja uzoraka senfa za roštilj SZR1, SZR2, SZR3 i SZR4

	SZR1	SZR2	SZR3	SZR4
Boja	13,50	13,43	13,73	13,43
Konzistencija	17,50	17,00	17,70	17,90
Miris	13,28	13,80	13,35	13,73
Ukus	44,50	45,50	45,50	46,50
Ukupna ocena (% od maksimalno mogućeg kvaliteta)	88,78	89,73	90,28	91,56
Ponderisana srednja vrednost ocene	4,44	4,49	4,51	4,58

Na osnovu rezultata uzorci SZR3 i SZR4 su dobili ocenu "odličan", a uzorci SZR1 i SZR2 ocenu "vrlo dobar". Najbolje je ocenjen uzorak senfa za roštilj SZR4. Ovaj uzorak je imao slabiju ocenu za boju, ali po ukusu je bio znatno bolji od ostalih. Uzorak senfa za roštilj SZR4 uporedno je ocenjivan sa konkurencijom sa tržišta. Rezultati senzornog ispitivanja uzoraka senfa za roštilj SZR4 i senfa za roštilj stranog proizvođača prikazani su u tabeli 79 (broj ocenjivača 10).

Tabela 79. Rezultati senzornog ispitivanja uzoraka senfa za roštilj SZR4 i senfa stranog proizvođača

	SZR4	Proizvođač D
Boja	13,80	13,73
Konzistencija	18,40	17,70
Miris	13,80	12,75
Ukus	47,00	43,75
Ukupna ocena (% od maksimalno mogućeg kvaliteta)	93,00	87,93
Ponderisana srednja vrednost ocene	4,65	4,40

Na osnovu dobijenih rezultata uzorak senfa SZR4 je dobio ocenu "odličan", a uzorak proizvođača D ocenu "vrlo dobar". Može se zaključiti da je uzorak SZR4 po svim ocenama daleko bolji od senfa stranog proizvođača.

5.1.8.2. Statistička obrada rezultata senzorne analize senfa za roštilj

Minimalna ocena 4,25 za boju data je od strane stručnog tima svim uzorcima osim uzorku SZR3 koji je dobio ocenu 4,50. Za konzistenciju minimalnom ocenom 4,00 ocenjen

je uzorak SZR2, dok su ostali uzorci dobili minimalno 4,25. Ispitivanjem mirisa utvrđene su iste minimalne ocene 4,25 za uzorke SZR1 i SZR3, dok su uzorci SZR2 i SZR4 ocenjeni sa 4,50. Za ukus minimalne ocene su iste za sve uzorke (4,25), osim za uzorak SZR4 koji je bolji i ocenjen je minimalnom ocenom 4,50. Maksimalnu ocenu 4,75 dobili su svi uzorci osim SZR1 (4,50) pri ocenjivanju boje i mirisa od strane stručnog tima. Konzistencija je ocenjena maksimalnom ocenom 4,75 za uzorke SZR2 i SZR4, dok su ostala dva dobila ocenu 4,50. Po ukusu posmatrani uzorci se nisu razlikovali po maksimalnim ocenama od 4,75.

Tabela 80. Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike ispitivanih senzornih svojstava senfa za roštilj od strane stručnog tima

Uzorak	Statistički pokazatelji	Ocenjeno senzorno svojstvo kvaliteta				Vrednost ponderisane srednje ocene
		BOJA	KONZISTENCIJA	MIRIS	UKUS	
		KOEFIČIJENT VAŽNOSTI (KV)				
		3	4	3	10	
SZR1	Min.	4,250	4,250	4,250	4,250	4,44
	Max.	4,500	4,500	4,500	4,750	
	\bar{X}	4,425	4,375	4,425	4,450	
	S _d	0,1208	0,1318	0,1208	0,1581	
	C _v	2,729	3,012	2,729	3,553	
SZR2	Min.	4,250	4,000	4,500	4,250	4,49
	Max.	4,750	4,750	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,475	4,250	4,600	4,550	
	S _d	0,142	0,236	0,129	0,158	
	C _v	3,171	5,546	2,807	3,475	
SZR3	Min.	4,500	4,250	4,250	4,250	4,51
	Max.	4,750	4,500	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,575	4,425	4,450	4,550	
	S _d	0,1208	0,1208	0,1581	0,1581	
	C _v	2,640	2,729	3,553	3,475	
SZR4	Min.	4,250	4,250	4,500	4,500	4,58
	Max.	4,750	4,750	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,475	4,475	4,575	4,650	
	S _d	0,142	0,184	0,1208	0,129	
	C _v	3,171	4,122	2,640	2,776	

\bar{X} - aritmetička sredina, S_d – standardna devijacija, C_v – koeficijent varijacije u %

Najvišom prosečnom ocenom za boju ocenjen je uzorak SZR3 dok su uzorci SZR4 i SZR2 posle njega po prosečnoj vrednosti te karakteristike. Što se tiče senzornih karakteristika konzistencije i ukusa, najvišu prosečnu ocenu ocenjivača dobio je uzorak SZR4. Za miris najvišom prosečnom ocenom ocenjen je uzorak SZR2, a približno istom prosečnom vrednošću i uzorak SZR4.

U tabeli 80 prikazani su osnovni pokazatelji deskriptivne statistike ispitivanih senzornih svojstava senfa za roštilj od strane stručnog tima.

Koeficijenti varijacije ukazuju da su ocene svih posmatranih uzoraka homogene ($C_v \leq 30\%$) po svim ispitivanim svojstvima (Tabela 80).

U tabeli 81 dati su rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi i ANOVE senzornih svojstava kvaliteta senfa za roštilj.

Tabela 81. Rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi i ANOVE senzornih svojstava kvaliteta senfa za roštilj

Ispitivana svojstva	Levene-ov test		ANOVA	
	F	p	F	p
Boja	0,111	0,953	2,280	0,096
Konzistencija	0,305	0,821	3,069	0,040*
Miris	0,209	0,889	4,353	0,010*
Ukus	0,000	1,000	2,909	0,048*

p<0,05 (*) razlika je značajna

S obzirom na to da su koeficijenti varijacije u svim uzorcima za ispitivana svojstva ispod 30 % i da rezultati Levene-ovog testa (Tabela 81) ukazuju na homogenost varijansi, statistička analiza je sprovedena parametarskim modelom analize varijanse. Na osnovu rezultata analize varijanse senzornih svojstava senfa za roštilj prosečne ocene se statistički značajno razlikuju za sva ispitivana svojstva, osim za senzornu karakteristiku boja.

U tabeli 82 dati su nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo konzistencija uzoraka senfa za roštilj.

Tabela 82. Nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo konzistencija uzoraka senfa za roštilj

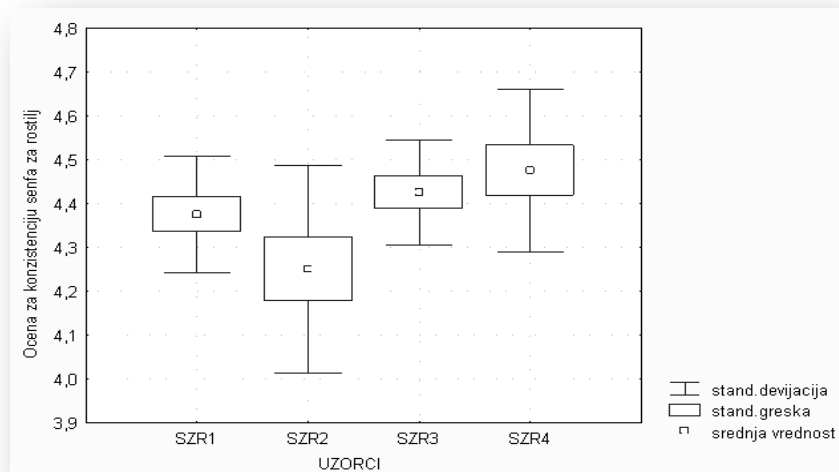
Uzorci	Uzorci			
	SZR1	SZR2	SZR3	SZR4
	Aritmetičke sredine			
	4,375	4,250	4,425	4,475
SZR1	-	0,117	0,525	0,208
SZR2	-	-	0,031*	0,006**
SZR3	-	-	-	0,525

p<0,05(*) razlika je značajna; p<0,01 (**) razlika je vrlo značajna

Test najmanje značajne razlike (LSD test) za senzorno svojstvo konzistencije (Tabela 82) ukazuje da se uzorak SZR1 statistički značajno ne razlikuje od ostalih uzoraka. Vrlo značajno boljom prosečnom ocenom za konzistenciju, a značajno boljom u odnosu na

uzorak SZR2 ocenjen je uzorak SZR4 odnosno uzorak SZR3 između kojih ne postoji statistički značajna razlika u oceni posmatranog kvaliteta.

Na slici 28 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo konzistencija senfa za roštilj.



Slika 28. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo konzistencija senfa za roštilj

Na slici 28 uočava se da se uzorak SZR1 statistički značajno ne razlikuje od ostalih uzoraka. Vrlo značajno boljom prosečnom ocenom za konzistenciju, a značajno boljom u odnosu na uzorak SZR2 ocenjen je uzorak SZR4 odnosno uzorak SZR3 između kojih ne postoji statistički značajna razlika u oceni posmatranog kvaliteta.

U tabeli 83 dati su nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo miris uzoraka senfa za roštilj.

Tabela 83. Nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo miris uzoraka senfa za roštilj

Uzorci	Uzorci			
	SZR1	SZR2	SZR3	SZR4
	Aritmetičke sredine			
	4,425	4,600	4,450	4,575
SZR1	-	0,006**	0,677	0,016*
SZR2	-	-	0,016*	0,677
SZR3	-	-	-	0,043*

$p < 0,05$ (*) razlika je značajna; $p < 0,01$ (**) razlika je vrlo značajna

Za senzorno svojstvo miris rezultati testa najmanje značajne razlike (Tabela 83) ukazuju da se uzorak SZR1 statistički vrlo značajno razlikuje od uzorka SZR2, a značajno

od uzorka SZR4 koji od njega imaju višu prosečnu ocenu za tu karakteristiku i međusobno se ne razlikuju statistički. Uzorak SZR3 dobio je značajno bolju ocenu za miris od uzorka SZR2, ali isto tako značajno lošiju od uzorka SZR4, dok se od uzorka SZR1 ne razlikuje po ispitivanoj karakteristici.

U tabeli 84 dati su nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo ukus uzoraka senfa za roštilj.

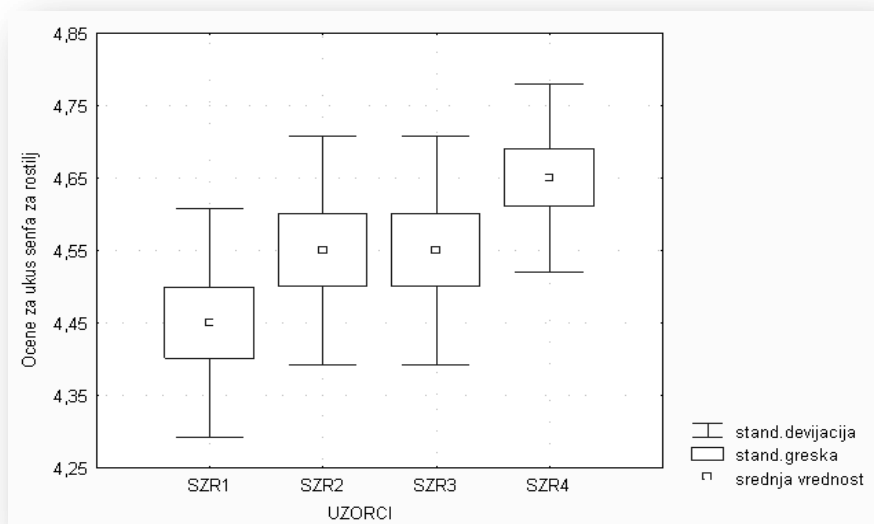
Tabela 84. Nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo ukus uzoraka senfa za roštilj

Uzorci	Uzorci			
	SZR1	SZR2	SZR3	SZR4
	Aritmetičke sredine			
	4,450	4,550	4,550	4,620
SZR1	-	0,148	0,148	0,005**
SZR2	-	-	1,000	0,148
SZR3	-	-	-	0,148

$p < 0,01$ (**) razlika je vrlo značajna

Rezultati LSD testa za senzorno svojstvo ukus (Tabela 84) ukazuju da je uzorak SZR4 ocenjen statistički vrlo značajno boljom ocenom samo od uzorka SZR1. Statistički iste ocene u proseku dobili su uzorci SZR1, SZR2 i SZR3.

Na slici 29 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo ukus senfa za roštilj.



Slika 29. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo ukus senfa za roštilj

Na slici 29 uočava se da je uzorak SZR4 ocenjen statistički vrlo značajno boljom ocenom samo od uzorka SZR1. Statistički iste ocene u proseku dobili su uzorci SZR1, SZR2 i SZR3.

Statistička analiza uporednog ocenjivanje uzoraka senfa za roštilj SZR4 i senfa za roštilj stranog proizvođača

Minimalnu ocenu od 4,50 dobio je uzorak SZR4 za sve ispitivane karakteristike dok je uzorak D dobio lošije minimalne ocene. Maksimalnom ocenom 4,75 ocenjen je uzorak SZR4 za sva senzorna svojstva senfa, dok je maksimalna ocena uzorka D (4,75) samo za boju, a 4,50 za ostale karakteristike. Višu prosečnu ocenu po svim ispitivanim senzornim karakteristikama senfa dobio je uzorak SZR4, a najupečatljivija razlika, gde se vidi prednost uzorka SZR4, je za senzornu karakteristiku ukus.

U tabeli 85 dati su osnovni pokazatelji deskriptivne statistike ispitivanih senzornih svojstava uzoraka senfa za roštilj poznatog proizvođača i eksperimentalnog uzorka SZR4.

Tabela 85. Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike ispitivanih senzornih svojstava uzoraka senfa za roštilj poznatog proizvođača i eksperimentalnog uzorka SZR4

Proizvođač	Statistički pokazatelji	Ocenjeno senzorno svojstvo kvaliteta				Vrednost ponderisane srednje ocene
		BOJA	KONZISTENCIJA	MIRIS	UKUS	
		KOEFIČIJENT VAŽNOSTI (KV)				
		3	4	3	10	
SZR4	Min.	4,500	4,500	4,500	4,500	4,65
	Max.	4,750	4,750	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,600	4,600	4,600	4,700	
	S_d	0,129	0,129	0,129	0,105	
	C_v	2,806	2,806	2,806	2,243	
D	Min.	4,500	4,250	4,000	4,250	4,40
	Max.	4,750	4,500	4,500	4,500	
	\bar{X}	4,575	4,425	4,250	4,375	
	S_d	0,121	0,121	0,167	0,132	
	C_v	2,639	2,729	3,922	3,012	

\bar{X} - aritmetička sredina, S_d – standardna devijacija, C_v – koeficijent varijacije u %

Ocene svih posmatranih uzoraka su homogene po svim ispitivanim svojstvima što se vidi po koeficijentima varijacije koji su manji od 30 % .

U tabeli 86 dati su rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi, t-testa i Mann-Whitney-evog U-testa senzornih svojstava kvaliteta senfa za roštilj poznatog proizvođača i eksperimentalnog uzorka SZR4.

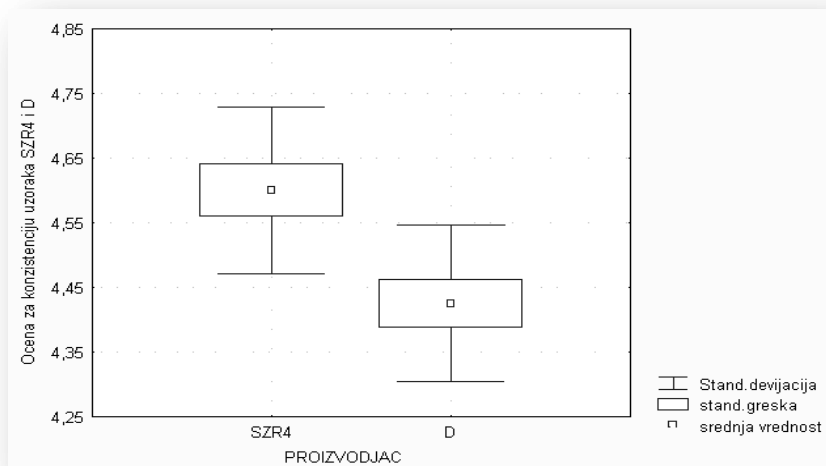
Tabela 86. Rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi, t-testa i Mann-Whitney-evog U-testa senzornih svojstava kvaliteta senfa za roštilj poznatog proizvođača i eksperimentalnog uzorka SZR4

Ispitivana svojstva	Levene-ov test		t-test		U test	
	F	p	t	p	U	p
Boja	0,750	0,398	0,447	0,660	-	-
Konzistencija	0,750	0,398	3,130	0,006**	-	-
Miris	0,231	0,637	5,250	<0,001**	-	-
Ukus	5,062	0,037	-	-	-3,627	<0,001**

$p < 0,01$ (**) razlika je vrlo značajna

Rezultati Levene-ovog testa ukazuju da su varijanse svih posmatranih uzoraka homogene za ocenjivana svojstva boje, konzistencije i mirisa dok za ukus nisu. Kako su koeficijenti varijacije ispod 30 % i nivoi značajnosti Levene-ovog testa ukazuju na homogenost varijansi primenjen je parametarski model analize varijanse za boju, konzistenciju i miris. Levene-ov test nije pokazao homogenost varijansi ispitivanih uzoraka za ukus ($p < 0,05$), pa je bilo potrebno primeniti neparametarski U- test. Na osnovu rezultata t-testa za nezavisne uzorke senzornih svojstava uzoraka SZR4 i D prosečne ocene se statistički vrlo značajno razlikuju za konzistenciju i miris, ali kad je u pitanju senzorna karakteristika boja vidi se da ta razlika nije statistički značajna. U-testom je utvrđena vrlo značajna razlika u prosečnim ocenama za ukus ova dva upoređivana uzorka (Tabela 86).

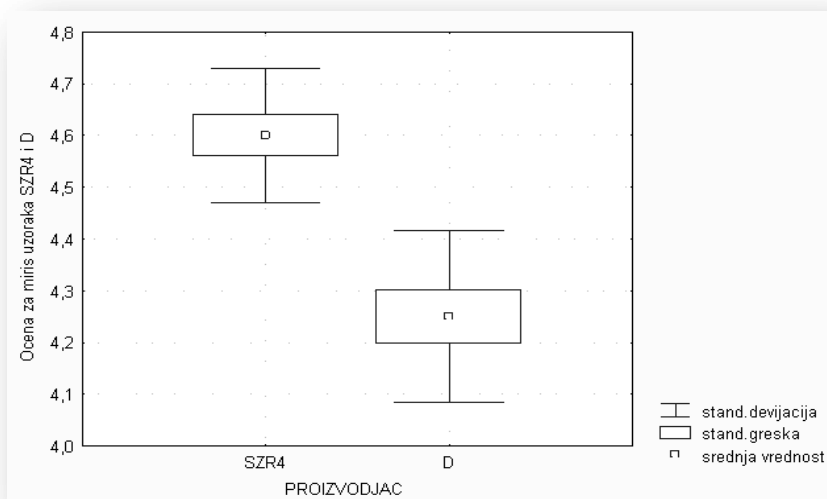
Na slici 30 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo konzistencija senfa za roštilj poznatog proizvođača i eksperimentalnog uzorka SZR4.



Slika 30. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo konzistencija senfa za roštilj poznatog proizvođača i eksperimentalnog uzorka SZR4

Na slici 30 uočava se da se prosečne ocene uzoraka proizvođača D i eksperimentalnog uzorka SZR4 statistički vrlo značajno razlikuju u konzistenciji.

Na slici 31 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo miris senfa za roštilj poznatog proizvođača i eksperimentalnog uzorka SZR4.



Slika 31. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo miris senfa za roštilj poznatog proizvođača i eksperimentalnog uzorka SZR4

Na slici 31 uočava se da se prosečne ocene uzoraka proizvođača D i eksperimentalnog uzorka SZR4 statistički vrlo značajno razlikuju u mirisu.

5.1.8.3. Fizičko-hemijska analiza uzorka senfa za roštilj SZR4

Rezultati fizičko-hemijske analize uzorka senfa za roštilj SZR4 prikazani su u tabeli 87.

Tabela 87. Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kvaliteta uzorka senfa za roštilj SZR4

Ispitivanje	Vrednost	Referentne vrednosti
Gubitak sušenjem (sadržaj vlage)	71,25 %	Najviše 78 %
Sadržaj pepela nerastvorljivog u HCl	0,03 %	Najviše 0,1 %
Reakcija na veštačke boje	negativna	negativna
Sadržaj SO ₂	78,72 mg/kg	do 250 mg/kg
Sadržaj pepela bez NaCl, računato na suhu materiju proizvoda	6,54 %	Najviše 9 %
Sadržaj NaCl, računato na suhu materiju proizvoda	9,53 %	Najviše 15 %

Na osnovu rezultata fizičko-hemijskog ispitivanja uzorka senfa za roštilj SZR4 zaključeno je da je ovaj proizvod u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za senf (Sl. list SRJ br. 3/2001) i Pravilnikom o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u

namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Sl. list SCG br. 56/2003, 4/2004-dr. pravilnik i 5/2004-ispr).

5.1.8.4. Fizičko-hemijsko ispitivanje kontaminanata u uzorku senfa za roštilj SZR4

Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata u uzorku senfa za roštilj SZR4 prikazani su u tabeli 88.

Tabela 88. Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata u uzorku senfa za roštilj SZR4

Kontaminant	Vrednost	Maksimalna dozvoljena količina
	< 0,002 mg/kg	0,008 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. ALFA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. BETA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. DELTA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. p,p'- DDE	< 0,002 mg/kg	0,04 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. p,p'- DDT	< 0,002 mg/kg	0,04 mg/kg
Sadržaj OLOVA/ŽN	< 0,83 mg/kg	2,00 mg/kg
Sadržaj ARSENA/ŽN	< 0,05 mg/kg	1,00 mg/kg
Sadržaj AFLATOKSINA B ₁ +G ₁	< 3,0 µg/kg	30,0 µg/kg

REZ.OH-INS. – rezidue organohlornih insekticida; ŽN – životna namirnica;

HCH – Heksahlorcikloheksan; LINDAN – 99 % gama izomer HCH;

DDE – Dihlordifenildihloretan; DDT – Dihlordifeniltrihloretan

Na osnovu rezultata fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata (ostataka pesticida, sadržaja teških metala i sadržaja aflatoksina) u uzorku senfa za roštilj SZR4 zaključeno je da nema povišenog sadržaja ovih kontaminanata i samim tim je ovaj uzorak u skladu sa Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Sl. list SRJ, br. 5/92, 11/92 – ispr. i 32/2002).

5.1.8.5. Energetska vrednost uzorka senfa za roštilj SZR4

Rezultati energetske vrednosti uzorka senfa za roštilj SZR4 prikazani su u tabeli 89.

Tabela 89. Energetska vrednost uzorka senfa za roštilj SZR4

Sadržaj proteina	6,94 %
Sadržaj masti	6,30 %
Sadržaj ugljenih hidrata	10,89 %
Energetska vrednost	551,75 kJ/100 g

Energetska vrednost uzorka senfa za roštilj SZR4 iznosila je 551,75 kJ na 100 g proizvoda.

5.1.9. Proizvodnja i karakterizacija Chilli senfa

Proba 1.

Komponente koje su korišćene u proizvodnji Chilli senfa CS1 su voda, mlevena bela slačica, alkoholno sirće, inaktivisana mlevena bela slačica, šećer, so, aroma Hot pepper, stabilizator guar guma, aroma Chilli, korijander mleveni, piment mleveni, slatka začinska paprika mlevena i vitamin B₂ (komponente su navedene po opadajućem udelu). U odnosu na početnu recepturu variran je sadržaj komponenata u sledećim probama i u procentima je prikazano povećanje ili smanjenje određene komponente u odnosu na primarni udeo.

Prva proba je urađena dodavanjem komponenata u blagi senf. S obzirom na to da boja ovako dobijenog proizvoda nije bila odgovarajuća, predloženo je da se upotrebi oleorezin ljute paprike. Takođe, predloženo je da se umesto arome Chilli upotrebi Chilli paprika. U tom slučaju nije potrebno koristiti komponentu Hot pepper.

Pasterizacija ovog proizvoda urađena je na 80 °C, tokom 5 minuta.

U tabeli 90 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja Chilli senfa CS1.

U ovom proizvodu konstatovano je prisustvo lipolitičkih bakterija i samim tim proizvod Chilli senf CS1 nije usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 90). Na snovu toga, zaključeno je da se pasterizacija ovog proizvoda mora obaviti na 85 °C, tokom 3 minuta.

Tabela 90. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja Chilli senfa CS1

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	1800	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	+	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Proba 2.

U tabeli 91 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji Chilli senfa CS2. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu CS1.

Tabela 91. Chilli senf CS2

Komponenta	%
Voda	+0,2
Bela slačica mlevena	-3,5
Alkoholno sirće	-0,3
Inaktivisana mlevena bela slačica	+2,0
Šećer	
So	
Suncokretovo ulje	+1,0
Oleorezin ljute paprike	+0,5
Stabilizator guar guma	
Chilli paprika	+0,3
Crni luk u prahu	+0,2
Korijander mleveni	
Piment mleveni	
Vitamin B ₂	

Sadržaj obične mlevene bele slačice u ovom proizvodu smanjen je u korist inaktivisane mlevene bele slačice i dodat je oleorezin ljute paprike. Međutim, ove promene su rezultovale u previše intenzivnoj crvenoj boji proizvoda. Na osnovu toga je zaključeno da bi trebalo smanjiti količinu oleorezina ljute paprike. Pošto je proizvod bio previše ljut zaključeno je da bi trebalo smanjiti i sadržaj Chilli paprike. Dodatno, zaključeno je da bi trebalo malo smanjiti sadržaj sirćeta.

Pasterizacija ovog proizvoda urađena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

U tabeli 92 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja Chilli senfa CS2.

Tabela 92. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja Chilli senfa CS2

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	500	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Protens</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološka analiza je pokazala da je proizvod Chilli senf CS2 mikrobiološki stabilan i samim tim usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 92).

Proba 3.

U tabeli 93 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji Chilli senfa CS3. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu CS1.

Tabela 93. Chilli senf CS3

Komponenta	%
Voda	-0,25
Bela slačica mlevena	-3,50
Alkoholno sirće	-0,50
Inaktivisana mlevena bela slačica	+2,00
Šećer	
So	
Suncokretovo ulje	+1,00
Oleorezin ljute paprike	+0,30
Stabilizator guar guma	
Chilli paprika	+0,25
Crni luk u prahu	+0,20
Korijander mleveni	
Piment mleveni	
Vitamin B ₂	

Analize su pokazale da je ovaj proizvod bio veoma dobar, boja je bila odlična, trebalo je vrlo malo smanjiti sadržaj Chilli paprike, kako bi se smanjila ljutina.

Pasterizacija ovog proizvoda urađena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

U tabeli 94 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja Chilli senfa CS3.

Tabela 94. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja Chilli senfa CS3

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	300	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološka analiza je pokazala da je proizvod Chilli senf CS3 mikrobiološki stabilan i samim tim usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 94).

Proba 4.

U tabeli 95 navedene su komponente koje su korišćene u proizvodnji Chilli senfa CS4. Komponente su poređane od najvećeg do najmanjeg udela sa promenama količina pojedinih komponenata (\pm) u odnosu na prvu probu CS1.

Tabela 95. Chilli senf CS4

Komponenta	%
Voda	-0,35
Bela slačica mlevena	-3,50
Alkoholno sirće	-0,50
Inaktivisana mlevena bela slačica	+2,00
Šećer	
So	
Suncokretovo ulje	+1,00
Oleorezin ljute paprike	+0,30
Stabilizator guar guma	
Chilli paprika	+0,15
Crni luk u prahu	+0,20
Korijander mleveni	
Piment mleveni	
Vitamin B ₂	

Analize su pokazale da je ovaj proizvod odličnog kvaliteta.

Pasterizacija ovog proizvoda urađena je na 85 °C, tokom 3 minuta.

U tabeli 96 dati su rezultati mikrobiološkog ispitivanja Chilli senfa CS4.

Tabela 96. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja Chilli senfa CS4

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj mikroorganizama u 1 g (cm ³)	200	50000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Mikrobiološka analiza je pokazala da je proizvod Chilli senf CS4 mikrobiološki stabilan i samim tim usaglašen sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002; Tabela 96).

5.1.9.1. Senzorna analiza Chilli senfa

Rezultati senzornog ispitivanja svih uzoraka Chilli senfa od strane stručnog tima degustatora (broj ocenjivača 10) prikazani su u tabeli 97.

Tabela 97. Rezultati senzornog ispitivanja uzoraka Chilli senfa CS1, CS2, CS3 i CS4

	CS1	CS2	CS3	CS4
Boja	13,13	13,20	13,35	13,88
Konzistencija	16,80	17,50	17,70	17,50
Miris	13,13	13,28	13,35	13,73
Ukus	42,50	42,50	44,00	46,00
Ukupna ocena (% od maksimalno mogućeg kvaliteta)	85,56	86,48	88,40	91,11
Ponderisana srednja vrednost ocene	4,28	4,32	4,42	4,56

Na osnovu dobijenih rezultata zaključeno je da je uzorak Chilli senfa CS4 dobio ocenu "odličan", a da su ostali uzorci svrstani u kategoriju kvaliteta "vrlo dobar".

Kako na domaćem tržištu nije bilo proizvođača ove vrste senfa, nije bilo moguće uraditi uporedno senzorno ispitivanje.

5.1.9.2. Statistička obrada rezultata senzorne analize Chilli senfa

Minimalnu ocenu za boju 4,50 dobio je uzorak CS4, dok CS2 i CS3 imaju iste minimalne ocene za ovu karakteristiku 4,25, a uzorak CS1 4,00. Po pitanju konzistencije minimalna ocena je 4,25 za sve posmatrane uzorke osim za uzorak CS1 koji je dobio ocenu 4,00. Uzorak CS4 je ocenjen u odnosu na ostale uzorke ove grupe najvišom minimalnom ocenom 4,50 za miris i ukus. Maksimalnom ocenom 4,75 za boju ocenjeni su od strane stručnog tima uzorci CS3 i CS4, dok su druga dva dobila maksimalno 4,50 za posmatranu karakteristiku. Ocenjivači su konzistenciju svih uzoraka Chilli senfa ocenili maksimalnom ocenom 4,50. Maksimalna ocena za ukus 4,75 dodeljena je od strane stručnog tima uzorku CS4. Najvišom prosečnom ocenom za boju, miris i ukus ocenjen je uzorak CS4 pa onda redom uzorci CS3, CS2 i CS1. Što se tiče senzorne karakteristike konzistencija najvišu prosečnu ocenu ocenjivača dobio je uzorak CS3, dok se uzorci CS2 i CS4 ne razlikuju po prosečnoj oceni, ali su lošije ocenjeni od CS3 uzorka za ovu karakteristiku.

U tabeli 98 prikazani su osnovni pokazatelji deskriptivne statistike ispitivanih senzornih svojstava Chilli senfa od strane stručnog tima.

Tabela 98. Osnovni pokazatelji deskriptivne statistike ispitivanih senzornih svojstava Chilli senfa od strane stručnog tima

Uzorak	Statistički pokazatelji	Ocenjeno senzorno svojstvo kvaliteta				Vrednost ponderisane srednje ocene
		BOJA	KONZISTENCIJA	MIRIS	UKUS	
		KOEFIČIJENT VAŽNOSTI (KV)				
		3	4	3	10	
CS1	Min.	4,000	4,000	4,250	4,000	4,28
	Max.	4,500	4,500	4,500	4,500	
	\bar{X}	4,375	4,200	4,375	4,250	
	S _d	0,177	0,197	0,132	0,1667	
	C _v	4,041	4,695	3,012	3,922	
CS2	Min.	4,250	4,250	4,250	4,000	4,32
	Max.	4,500	4,500	4,500	4,500	
	\bar{X}	4,400	4,375	4,425	4,250	
	S _d	0,129	0,132	0,121	0,167	
	C _v	2,934	3,012	2,729	3,922	
CS3	Min.	4,250	4,250	4,250	4,250	4,42
	Max.	4,750	4,500	4,750	4,500	
	\bar{X}	4,450	4,425	4,450	4,400	
	S _d	0,158	0,121	0,158	0,129	
	C _v	3,553	2,729	3,553	2,934	
CS4	Min.	4,500	4,250	4,500	4,500	4,56
	Max.	4,750	4,500	4,750	4,750	
	\bar{X}	4,625	4,375	4,575	4,600	
	S _d	0,132	0,132	0,121	0,129	
	C _v	2,849	3,012	2,640	2,806	

\bar{X} - aritmetička sredina, S_d - standardna devijacija, C_v - koeficijent varijacije u %

Koeficijenti varijacije ukazuju da su ocene svih posmatranih uzoraka homogene (C_v ≤ 30 %) po svim ispitivanim svojstvima (Tabela 98).

U tabeli 99 prikazani su rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi i ANOVE senzornih svojstava kvaliteta Chilli senfa.

Tabela 99. Rezultati Levene-ovog testa homogenosti varijansi i ANOVE senzornih svojstava kvaliteta Chilli senfa

Ispitivana svojstva	Levene-ov test		ANOVA	
	F	p	F	p
Boja	0,518	0,672	5,631	0,003**
Konzistencija	1,637	0,198	4,417	0,010**
Miris	0,311	0,817	4,048	0,014*
Ukus	0,154	0,926	12,375	<0,001**

p<0,05 (*) razlika je značajna; p<0,01(**) razlika je vrlo značajna

Ispunjeni su svi uslovi za primenu parametarskog testa modela analize varijanse jer su koeficijenti varijacije ispod 30 % i rezultati Levene-ovog testa pokazuju homogenost varijansi svih posmatranih uzoraka za sva ocenjivana svojstva (Tabela 99). Rezultati analize varijanse senzornih svojstava Chilli senfa pokazali su da se prosečne ocene uzoraka statistički vrlo značajno razlikuju kad su u pitanju sva ispitivana svojstva, osim kad je u pitanju senzorna karakteristika miris za koju je razlika u prosečnim ocenama između različitih uzoraka statistički značajna.

U tabeli 100 prikazani su nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo boja uzoraka Chilli senfa.

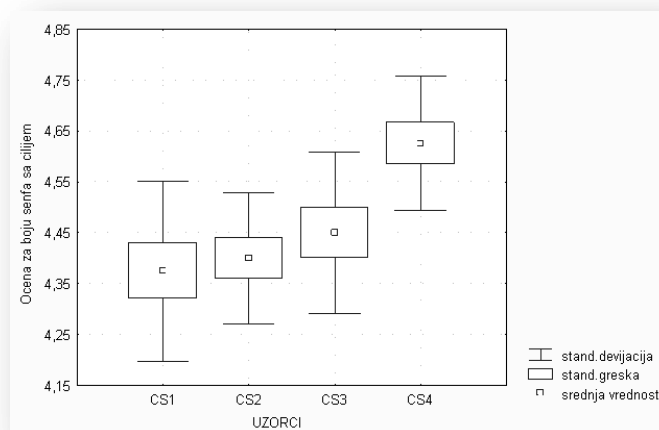
Tabela 100. Nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo boja uzoraka Chilli senfa

Uzorci	Uzorci			
	CS1	CS2	CS3	CS4
	Aritmetičke sredine			
	4,375	4,400	4,450	4,625
CS1	-	0,712	0,272	<0,001**
CS2	-	-	0,462	0,002**
CS3	-	-	-	0,013*

$p < 0,05$ (*) razlika je značajna; $p < 0,01$ (**) razlika je vrlo značajna

Test za testiranje sredina dva po dva skupa pokazao je da se uzorak CS4 po boji vrlo značajno razlikuje od uzoraka CS1 i CS2 i da je značajno boljom prosečnom ocenom ocenjen u odnosu na uzorak CS3 za posmatranu karakteristiku. Između uzoraka CS1, CS2 i CS3 ne postoji statistički značajna razlika u prosečnim ocenama za boju (Tabela 100).

Na slici 32 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo boja Chilli senfa.



Slika 32. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo boja Chilli senfa

Na slici 32 uočava se da se uzorak CS4 po boji vrlo značajno razlikuje od uzoraka CS1 i CS2 i da je značajno boljom prosečnom ocenom ocenjen u odnosu na uzorak CS3 za posmatranu karakteristiku. Uzorci CS1, CS2 i CS3 statistički značajno se ne razlikuju u prosečnim ocenama za boju.

U tabeli 101 prikazani su nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo konzistencija uzoraka Chilli senfa.

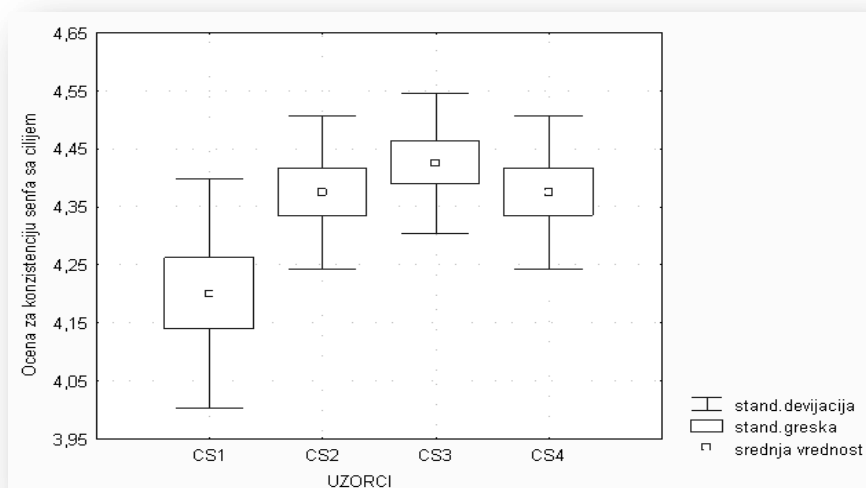
Tabela 101. Nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo konzistencija uzoraka Chilli senfa

Uzorci	Uzorci			
	CS1	CS2	CS3	CS4
	Aritmetičke sredine			
	4,200	4,375	4,425	4,375
CS1	-	0,012*	0,002**	0,012*
CS2	-	-	0,456	1,000
CS3	-	-	-	0,456

$p < 0,05$ (*) razlika je značajna; $p < 0,01$ (**) razlika je vrlo značajna

Za senzorno svojstvo konzistencija rezultati testa najmanje značajne razlike (LSD testa) ukazuju da je uzorak CS1 ocenjen od strane stručnog tima statistički vrlo značajno nižom ocenom u odnosu na uzorak CS3, a značajno nižom od uzoraka CS2 i CS4. Uzorci CS2, CS3 i CS4 statistički se ne razlikuju po konzistenciji (Tabela 101).

Na slici 33 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo konzistencija Chilli senfa.



Slika 33. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo konzistencija Chilli senfa

Na slici 33 uočava se da je uzorak CS1 ocenjen statistički vrlo značajno nižom ocenom u odnosu na uzorak CS3, a značajno nižom od uzoraka CS2 i CS4. Uzorci CS2, CS3 i CS4 statistički se ne razlikuju po konzistenciji.

U tabeli 102 prikazani su nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo miris uzoraka Chilli senfa.

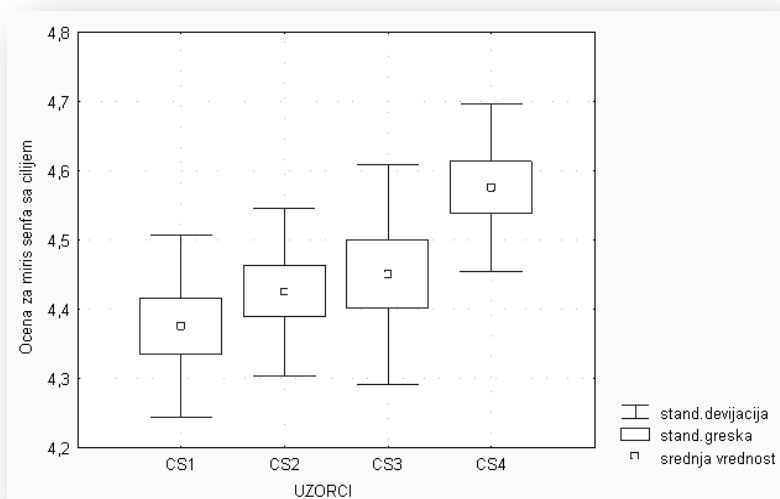
Tabela 102. Nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo miris uzoraka Chilli senfa

Uzorci	Uzorci			
	CS1	CS2	CS3	CS4
	Aritmetičke sredine			
	4,375	4,425	4,450	4,575
CS1	-	0,407	0,218	0,002**
CS2	-	-	0,678	0,017*
CS3	-	-	-	0,044*

$p < 0,05$ (*) razlika je značajna; $p < 0,01$ (**) razlika je vrlo značajna

Na osnovu rezultati testa najmanje značajne razlike (LSD testa) za senzorno svojstvo miris (Tabela 102) može se zaključiti da je uzorak CS4 ocenjen vrlo značajno višom prosečnom ocenom za tu ispitivanu karakteristiku od uzorka CS1, a statistički značajno boljom ocenom od uzoraka CS2 i CS3. Između prvog, drugog i trećeg uzorka ne postoji statistički značajna razlika u mirisu.

Na slici 34 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo miris Chilli senfa.



Slika 34. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo miris Chilli senfa

Na slici 34 uočava se da je uzorak CS4 ocenjen vrlo značajno višom prosečnom ocenom od uzorka CS1, a statistički značajno boljom ocenom od uzoraka CS2 i CS3. Između uzoraka CS1, CS2 i CS3 ne postoji statistički značajna razlika u mirisu.

U tabeli 103 prikazani su nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo ukus uzoraka Chilli senfa.

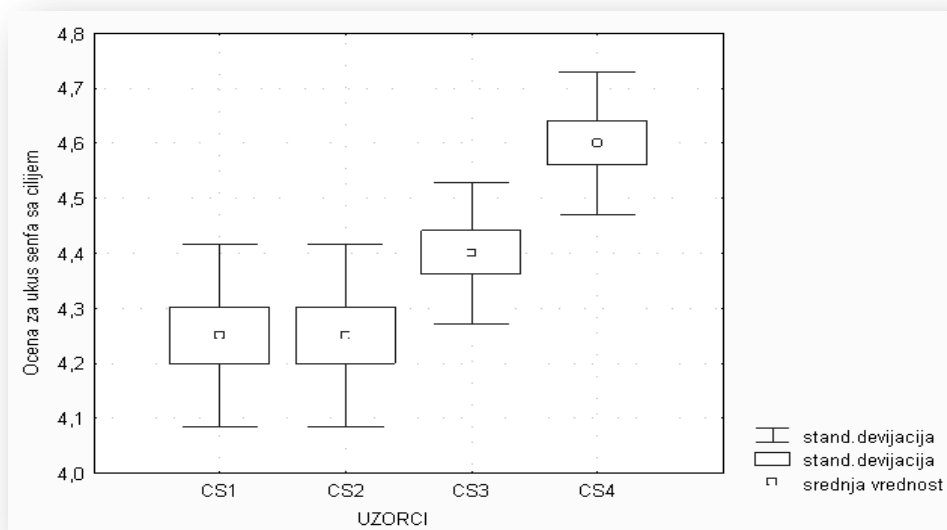
Tabela 103. Nivoi značajnosti rezultata LSD testa za senzorno svojstvo ukus uzoraka Chilli senfa

Uzorci	Uzorci			
	CS1	CS2	CS3	CS4
	Aritmetičke sredine			
	4,250	4,250	4,400	4,600
CS1	-	1	0,031*	<0,001**
CS2	-	-	0,031*	<0,001**
CS3	-	-	-	0,005**

$p < 0,05$ (*) razlika je značajna; $p < 0,01$ (**) razlika je vrlo značajna

Rezultati testa najmanje značajne razlike (LSD testa) za senzorno svojstvo ukus (Tabela 103) ukazuju da je uzorak CS4 ocenjen statistički vrlo značajno boljom prosečnom ocenom od svih ostalih uzoraka. Iste prosečne ocene dobili su prvi i drugi uzorak. Uzorak CS3 je ocenjen sttatiistički značajno boljom prosečnom ocenom od uzoraka CS1 i CS2.

Na slici 35 prikazani su Box-plot-ovi za senzorno svojstvo ukus Chilli senfa.



Slika 35. Box-plot-ovi za senzorno svojstvo ukus Chilli senfa

Na slici 35 uočava se da je uzorak CS4 ocenjen statistički vrlo značajno boljom prosečnom ocenom u odnosu na sve ostale uzorke. Iste prosečne ocene dobili su uzorci CS1 i CS2. Uzorak CS3 je ocenjen sttatički značajno boljom prosečnom ocenom od uzoraka CS1 i CS2.

5.1.9.3. Fizičko-hemijska analiza uzorka Chilli senfa CS4

Rezultati fizičko-hemijske analize uzorka Chilli senfa CS4 prikazani su u tabeli 104.

Tabela 104. Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kvaliteta uzorka Chilli senfa CS4

Ispitivanje	Vrednost	Referentne vrednosti
Gubitak sušenjem (sadržaj vlage)	69,43 %	Najviše 78 %
Sadržaj pepela nerastvorljivog u HCl	0 %	Najviše 0,1 %
Reakcija na veštačke boje	negativna	negativna
Sadržaj SO ₂	57,92 mg/kg	do 250 mg/kg
Sadržaj pepela bez NaCl, računato na suhu materiju proizvoda	3,24 %	Najviše 9 %
Sadržaj NaCl, računato na suhu materiju proizvoda	11,35 %	Najviše 15 %

Na osnovu rezultata fizičko-hemijskog ispitivanja uzorka Chilli senfa CS4 zaključeno je da je ovaj proizvod u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za senf (Sl. list SRJ br. 3/2001) i Pravilnikom o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Sl. list SCG br. 56/2003, 4/2004-dr. pravilnik i 5/2004-ispr).

5.1.9.4. Fizičko-hemijsko ispitivanje kontaminanata u uzorku Chilli senfa CS4

Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata u uzorku Chilli senfa CS4 prikazani su u tabeli 105.

Na osnovu rezultata fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata (ostataka pesticida, sadržaja teških metala i sadržaja aflatoksina) u uzorku Chilli senfa CS4 zaključeno je da nema povišenog sadržaja ovih kontaminanata i samim tim je ovaj uzorak u skladu sa Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Sl. list SRJ, br. 5/92, 11/92 – ispr. i 32/2002).

Tabela 105. Rezultati fizičko-hemijskog ispitivanja kontaminanata u uzorku Chilli senfa CS4

Kontaminant	Vrednost	Maksimalna dozvoljena količina
Sadržaj REZ.OH-INS. LINDAN/ŽN	< 0,002 mg/kg	0,008 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. ALFA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. BETA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. DELTA HCH	< 0,002 mg/kg	0,002 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. p,p'- DDE	< 0,002 mg/kg	0,04 mg/kg
Sadržaj REZ.OH-INS. p,p'- DDT	< 0,002 mg/kg	0,04 mg/kg
Sadržaj OLOVA/ŽN	< 0,88 mg/kg	2,00 mg/kg
Sadržaj ARSENA/ŽN	< 0,04 mg/kg	1,00 mg/kg
Sadržaj AFLATOKSINA B ₁ +G ₁	< 3,0 μg/kg	30,0 μg/kg

REZ.OH-INS. – rezidue organohlorinih insekticida; ŽN – životna namirnica;
HCH – Heksahlorcikloheksan; LINDAN – 99 % gama izomer HCH;
DDE – Dihlordifenildihloretan; DDT – Dihlordifeniltrihloretan

5.1.9.5. Energetska vrednost uzorka Chilli senfa CS4

Rezultati energetske vrednosti uzorka Chilli senfa CS4 prikazani su u tabeli 106.

Tabela 106. Energetska vrednost uzorka Chilli senfa CS4

Sadržaj proteina	7,06 %
Sadržaj masti	6,92 %
Sadržaj ugljenih hidrata	12,13 %
Energetska vrednost	598,29 kJ/100 g

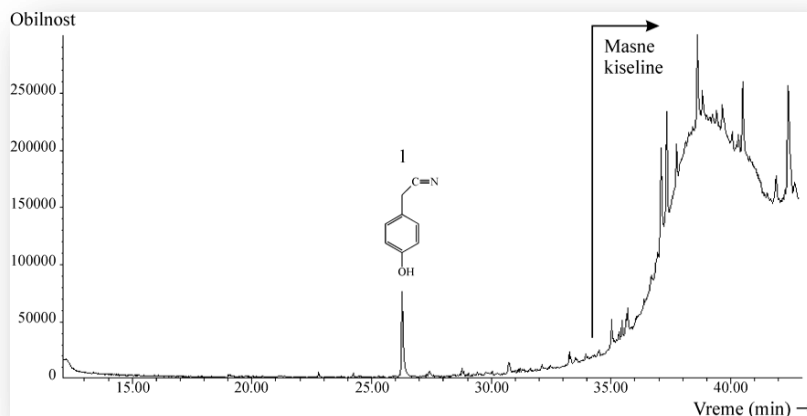
Energetska vrednost uzorka Chilli senfa CS4 iznosila je 598,29 kJ na 100 g proizvoda.

5.2. Rezultati gasne hromatografije-masene spektrometrije

Hemijski sastav aromatskog kompleksa semena bele slačice je detaljno ispitivan (Singh et al., 2004; Miyazawa i Kawata, 2006; Frank et al., 2010) kao i sadržaj dominantnih masnih kiselina u ulju semena slačice (Samman et al., 2008) i rezultati su objavljeni u brojnim naučnim radovima. Za razliku od semena bele slačice senf je vrlo malo ispitivan. Postoji samo nekoliko naučnih radova o hemijskom sastavu senfa i to dobijenog od crne i smeđe slačice (Cejpek et al., 1998; Cai et al., 2001), dok je o hemijskom sastavu blagog senfa publikovan samo jedan naučni rad autora Buskov et al. (2000). S obzirom na to da se u ovom doktorskom radu eksperiment zasnivao upravo na ispitivanju hemijskog sastava

aromatskog kompleksa blagog senfa, to ovom eksperimentu i dobijenim rezultatima daje poseban značaj.

Rezultati GC-MS analize ekstrakta mešavine mlevenog semena inaktivisane bele slačice i bele slačice u odnosu 1:3,2 (koja je korišćena u proizvodnji senfa) prikazani su na slici 36.



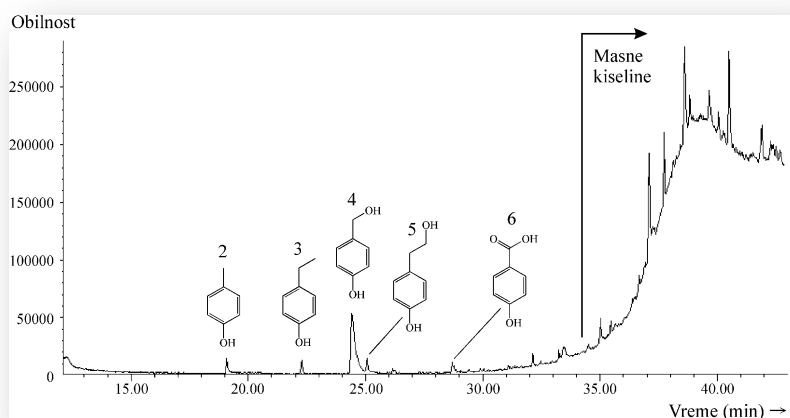
Slika 36. Ukupni jonski hromatogram (Total Ion Chromatogram - TIC) ekstrakta analizirane mešavine mlevenog semena inaktivisane bele slačice i bele slačice u odnosu 1:3,2 (1: 4-(izotiocijanometil)fenol)

Rezultati GC-MS analize ekstrakta bele slačice potvrdili su prethodne rezultate autora Miyazawa i Kawata (2006). Kao što se očekivalo, dominantna jedinjenja u ekstraktu ovog uzorka bile su brojne zasićene i mono-, di- i tri-nezasićene masne kiseline sa 16 - 24 ugljenikovih atoma. U hromatogramu je dominirala široka i istaknuta "grba" nerazložene kompleksne smeše masnih kiselina, što ukazuje na nepotpuno razlaganje ovih jedinjenja u korišćenim eksperimentalnim uslovima. Posledica toga je da u ispitivanom uzorku nije bilo moguće precizno identifikovati ni kvantifikovati sve masne kiseline. Međutim, najdominantnije masne kiseline u ovom uzorku su identifikovane kao: oleinska, linolna, linolenska, eikozenska i eruka kiselina, što je potvrdilo prethodno publikovane rezultate autora Samman i sar. (2008).

U opsegu nižih retencionih vremena najzastupljenije jedinjenje bilo je 2-(4-hidroksifenil)acetonitril. Ovo jedinjenje je jedan od glavnih proizvoda degradacije glukozinolata sinalbina, dejstvom enzima mirozinaze (Buskov i sar., 2000; Mithen, 2001; Bones i Rossiter, 2006). Jedinjenje 4-(izotiocijanometil)fenol, degradacioni proizvod

sinalbina, koje daje oštar ukus senfu, nije otkriveno u ovom uzorku. Ovi rezultati su potvrdili da je jedinjenje 4-(izotiocianatometil)fenol nestabilan intermedijer pri degradaciji sinalbina tokom tehnološkog postupka proizvodnje ovog senfa u poluindustrijskim uslovima. U ovom uzorku mešavine mlevenog semena bele slačice nije identifikovano nijedno drugo jedinjenja koje se može odnositi na sinalbin ili produkte njegove degradacije.

Rezultati GC-MS analize ekstrakta blagog senfa prikazani su na slici 37.



Slika 37. Ukupni jonski hromatogram (Total Ion Chromatogram - TIC) ekstrakta analiziranog blagog senfa. (2: 4-metil fenol; 3: 4-etil fenol; 4: 4-(hidroksimetil)fenol; 5: 4-(2-hidroksietil)fenol i 6: 2-(4-hidroksifenil)etanska kiselina)

Slično kao kod ekstrakta mešavine mlevenog semena bele slačice i inaktivisane bele slačice, u ukupnom jonskom hromatogramu ekstrakta blagog senfa takođe je dominirala nerazložena kompleksna smeša masnih kiselina. U zoni viših retencinih vremena pri korišćenim eksperimentalnim uslovima bilo je moguće identifikovati samo najobilnije masne kiseline. To su: oleinska, linolna, linolenska, eikozenska i eruka kiselina. Ovi rezultati ukazuju na to da dominantne masne kiseline koje su prisutne u mlevenom semenu bele slačice, takođe su prisutne u gotovom proizvodu (senfu) napravljenom od ove sirovine.

U opsegu nižih retencionih vremena najobilniji degradacioni proizvod sinalbina bilo je jedinjenje 4-(hidroksimetil)fenol. S obzirom na činjenicu da glukozinolat sinalbin hidrolizuje dejstvom enzima mirozinaze i daje nestabilan izotiocijanat koji se razlaže, direktno ili preko 2-(4-hidroksifenil)acetonitrila, do 4-(hidroksimetil)fenola, ovi rezultati se mogu okarakterisati kao očekivani, u saglasnosti su sa prethodno publikovanim podacima autora Buskov i sar. (2000); Mithen (2001); Bones i Rossiter (2006).

Druga jedinjenja identifikovana u opsegu nižih retencionih vremena bila su: 4-metil fenol, 4-etil fenol, 4-(2-hidroksietil)fenol i 2-(4-hidroksifenil) etanska kiselina. Ova jedinjenja su bila prisutna u uzorku senfa u znatno manjoj količini nego 4-(hidroksimetil)fenol. Iako se za neka od njih može reći da su strukturno srodna sa glukozinolatom sinalbinom (Mithen, 2001; Bones i Rossiter, 2006), ovaj odnos tek treba dokazati.

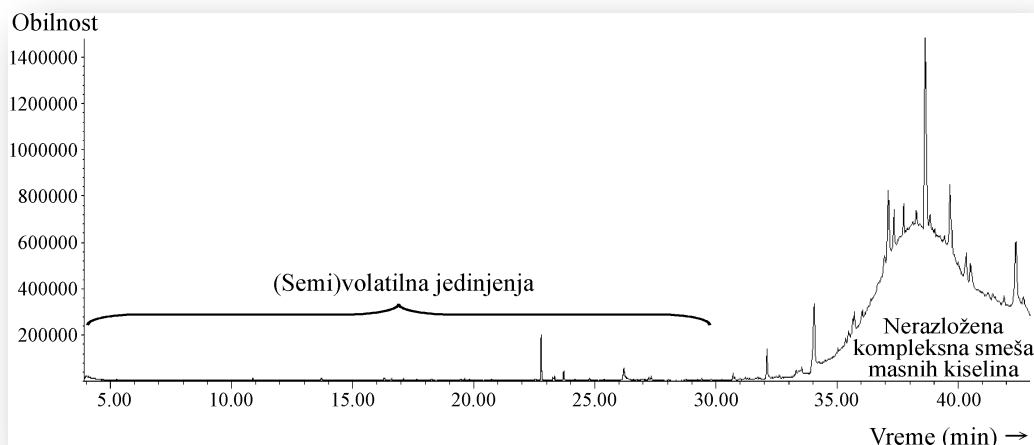
Jedinjenje 2-(4-hidroksifenil)acetonitril, jedan od glavnih degradacionih proizvoda glukozinolata sinalbina (Buskov i sar., 2000) i jedan od glavnih prekursora 4-(2-hidroksietil)fenola tokom reakcije degradacije sinalbina (Bones i Rossiter, 2006), nije detektovano u ovom uzorku. Ovi rezultati su potvrdili da je jedinjenje 2-(4-hidroksifenil)acetonitril nestabilno u poluindustrijskim uslovima proizvodnje ovog senfa.

Jedinjenje 4-(izotiocianatometil)fenol, degradacioni proizvod sinalbina, koje daje oštar ukus senfu, nije otkriveno u ovom uzorku, na osnovu čega se može zaključiti da ispitivani uzorak pripada kategoriji blagog senfa..

Alifatični aldehidi najviše doprinose neprijatnom mirisu i ukusu prehrambenih proizvoda (Belitz i sar., 2009). Ova jedinjenja se često koriste kao indikatori stepena oksidacije prehrambenih proizvoda, zbog niskog praga detekcije mirisa i uočljivog porasta njihove koncentracije tokom skladištenja (Plutowska & Wardencki, 2007). Za potrebe praćenja stepena oksidacije lipida, uobičajena merenja uključuju jedinjenja pentanal, heksanal i 2,4-dekadienal (Nielsen, 2010). Međutim, neki rezultati ukazuju da stepen oksidacije bolje odražava ukupan profil isparljivih jedinjenja nego prisustvo selektovanih jedinjenja (Van Ruth, 2000).

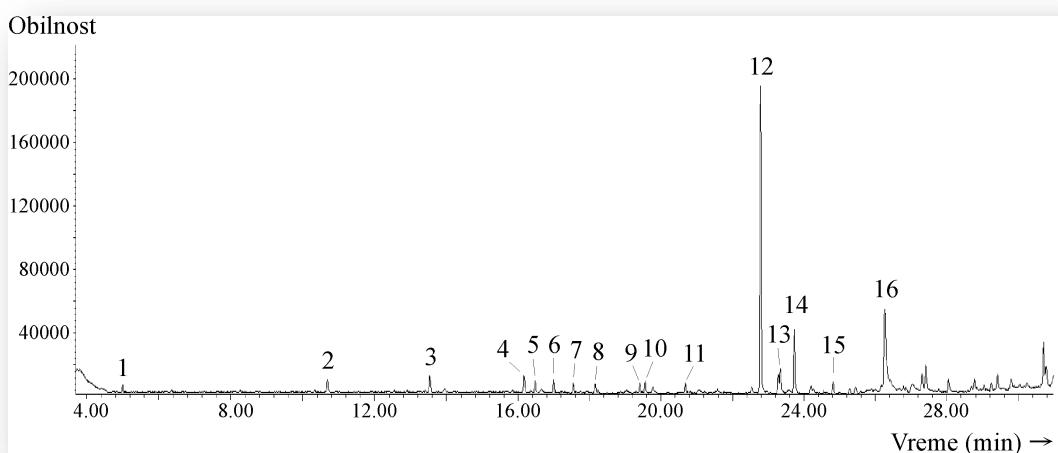
U ovom radu su predstavljeni rezultati analize ukupnog profila isparljivih jedinjenja u semenu bele slačice sa posebnim osvrtom na sekundarne produkte oksidacije ulja u ovom materijalu.

Rezultati GC-MS analize ekstrakta semena bele slačice prikazani su na slici 38.



Slika 38. Ukupni jonski hromatogram (Total Ion Chromatogram - TIC) ekstrakta analiziranog semena bele slačice

Uvećani deo ukupnog jonskog hromatograma ekstrakta semena bele slačice koji prikazuje samo isparljiva jedinjenja prikazan je na slici 39.



Slika 39. Uvećani deo TIC hromatograma ekstrakta prikazuje samo isparljiva jedinjenja (identifikacija jedinjenja je data u tabeli 107)

Identifikacija i relativna obilnost isparljivih jedinjenja u semenu bele slačice prikazani su u tabeli 107.

Tabela 107. Identifikacija i relativna obilnost isparljivih jedinjenja u semenu bele slačice

Broj	RI*	Jedinjenje	Oblast pika (%)
1.	800	Heksanal	0,013
2.	907	Heptanal	0,019
3.	957	(E)-2-heptenal	0,023
4.	1005	Oktanal	0,022
5.	1012	(E,E)-2,4-heptadienal	0,019
6.	1025	Limonen	0,016
7.	1043	Fenilacetaldehid	0,013
8.	1057	(E)-2-oktenal	0,015
9.	1102	Nonanal	0,014
10.	1114	Feniletilalkohol	0,018
11.	1162	(E)-2-nonenal	0,012
12.	1265	(E)-2-decenal	0,212
13.	1297	(E,E)-2,4-dekadienal	0,033
14.	1321	(E,E)-2,4-dodekadienal	0,050
15.	1388	Geranilacetat	0,018
16.	1480	(4-hidroksifenil)acetonitril	0,141

*Kovat's retencioni indeksi na HP-5MS koloni

Slika 38 prikazuje ukupni jonski hromatogram (TIC) ekstrakta ispitivane mlevene bele slačice. Hromatogram karakteriše široka i istaknuta "grba" nerazložene kompleksne smeše masnih kiselina koja obuhvata više od 99 % svih jedinjenja iz ekstrakta. Najobilnija jedinjenja u uzorku su oleinska, linolna, linolenska, eikozenska i eruka kiselina.

Isparljiva jedinjenja predstavljaju manje od 1 % svih jedinjenja prisutnih u ekstraktu mlevene bele slačice (Slika 38). Međutim, ova jedinjenja iako su prisutna u malom procentualnom sastavu, odgovorna su za ukus i miris semena bele slačice. Šesnaest isparljivih jedinjenja identifikovano je u ispitivanom uzorku semena bele slačice (Slika 39; Tabela 107). Jedno od najobilnijih jedinjenja u ovom vremenskom opsegu je (4-hidroksifenil)acetonitril, glavni degradacioni proizvod sinalbina dejstvom enzima mirozinaze što je potvrdilo prethodno publikovane rezultate autora Buskov i sar. (2000). Jedinjenje (4-hidroksifenil)acetonitril je vrlo slabo isparljivo, ali značajno doprinosi oštrom ukusu senfa. Osim toga, četiri jedinjenja za koja je utvrđeno da grade aromu bele slačice (limonen, fenilacetaldehid, feniletilalkohol i geranil acetat (Miyazawa i Kawata, 2006) identifikovani su u rasponu isparljivih jedinjenja (Slika 39; Tabela 107).

Pored ovih jedinjenja koja daju aromu u ispitivanom uzorku identifikovan je čitav niz zasićenih i nezasićenih aldehida sa jednom ili dve dvostruke veze (Slika 39; Tabela 107): C₆, C₇, C₈ i C₉ alkanali; C₇, C₈, C₉ i C₁₀ 2-enali i C₇, C₁₀ i C₁₂ 2,4-dienali. Skoro svaki od njih je

karakteristično jedinjenje sekundarne oksidacije oleinske, linolne i linolenske kiseline (Belitz i sar., 2009). Međutim, neki od njih mogu biti prisutni u malim količinama u svežim uljaricama (Yildiz, 2010), a time i njihova identifikacija zahteva dodatno objašnjenje.

Aldehid heksanal se već godinama smatra indikatorom oksidacije linolne kiseline u materijalu koji sadrži masti/ulja (Nielsen, 2010). Međutim, brojna istraživanja su pokazala da se određivanje promena u sadržaju heksanala može upotrebiti uglavnom u proceni kvaliteta proizvoda od mesa, a da se za kvalitet biljnih ulja preporučuje određivanje nonanala (Plutowska i Wardencki, 2007). Štaviše, dokazano je da se autooksidacijom 2,4-dekadienala dobijaju heksanal i druga isparljiva jedinjenja koja se podudaraju sa onima dobijenim od linolne kiseline, a da zasićeni aldehidi uglavnom nastaju u tercijarnoj reakciji, npr. za vreme autooksidacije 2,4-dekadienala (Belitz i sar., 2009). Pored toga, objavljeni rezultati analize neoksidovanog semena bele slačice (Miyazawa i Kawata, 2006) pokazali su da je heksanal, kada je prisutan u maloj količini, prirodni sastojak arome semena bele slačice. Shodno tome, može se zaključiti da heksanal može biti koristan indikator oksidacije ulja u semenu slačice, ali samo ako je prisutan u koncentracijama višim od uobičajenih i ako je oksidacija dodatno potvrđena prisustvom drugih indikativnih jedinjenja.

Osim heksanala, u ispitivanom uzorku identifikovana su još tri zasićena aldehida: heptanal, oktanal i nonanal (Slika 39; Tabela 107). Analize semena bele slačice (Miyazawa i Kawata, 2006) pokazale su da je u neoksidovanom semenu bele slačice heptanal prisutan samo u tragovima, a oktanal i nonanal nisu identifikovani. Na osnovu ovih rezultata, ali i s obzirom na činjenicu da su C_7 - C_9 alkanali karakteristični produkti sekundarne oksidacije oleinske, linolne i linolenska kiseline (Belitz i sar., 2009), može se zaključiti da oktanal i nonanal, kada su prisutni u semenu bele slačice, i heptanal, kada je prisutan u iznosu većem od tragova, mogu se smatrati indikatorima oksidacije ulja u ovoj sirovini.

U ispitivanom uzorku identifikovano je četiri (E)-2-alkenala (Slika 39; Tabela 107). Prema Grosch (1987) ti 2-alkenali, produkti sekundarne oksidacije lipida, mogu se koristiti kao indikatori za utvrđivanje masnih kiselina u uzorku. Na osnovu ovih nalaza, može se zaključiti da prisustvo C_7 - C_{10} (E)-2-alkenala u uzorku pokazuje ne samo da je počela oksidacija ulja u uzorku, već i da seme ove bele slačice sadrži značajnu količinu oleinske i linolne kiseline. Ovi rezultati su u saglasnosti sa prethodno objavljenim podacima koji su pokazali da C_7 , C_9 i C_{10} (E)-2-alkenali nisu prisutni u neoksidovanom semenu bele slačice

(Miyazawa & Kawata, 2006), kao i sa prethodno određenim profilom masnih kiselina u semenu bele slačice (Mailer, 2004; Samman i sar., 2008).

Na osnovu relativnog intenziteta odgovarajućih pikova u ukupnom jonskom hromatogramu uočeno je da su 2-alkenali najobilnija isparljiva jedinjenja u ovom uzorku, pri čemu je (E)-2-decenal najobilniji (Slika 39; Tabela 107). Poznato je da se 2-alkenali i 2,4-alkadienali oksiduju znatno brže nego nezasićene masne kiseline, dajući heksanal i druge zasićene isparljive komponente koje mogu, nakon dovoljno dugo vremena, postati dominantne (Belitz i sar., 2009). Shodno tome, može se zaključiti da visoka koncentracija 2-alkenala ukazuje da je ispitivani uzorak u ranoj fazi oksidacije lipida. Štaviše, prema obilnosti (E)-2-decenala u ovom oksidovanom semenu bele slačice i njegovo odsustvo u neoksidovanom semenu (Miyazawa i Kawata, 2006), moglo bi se pretpostaviti da bi ovo jedinjenje moglo biti koristan pokazatelj stepena oksidacije ulja u sastavu semena bele slačice.

U ispitivanom uzorku identifikovana su tri (E,E)-2,4-dienala u značajnoj količini (Slika 39; Tabela 107). Njihovo prisustvo potvrđuje prethodni zaključak da je u uzorku oksidacija lipida u ranoj fazi. Ovaj zaključak je u skladu sa rezultatima Miyazawa i Kawata (2006), koji su pokazali da (E,E)-2,4-heptadienal i (E,E)-2,4-dekadienal nisu bili prisutni u neoksidovanom semenu bele slačice, dok je (E,E)-2,4-undekadienal bio prisutan samo u tragovima. Pored toga, prisustvo (E,E)-2,4-heptadienala i (E,E)-2,4-dekadienala u ispitivanom uzorku, ukazuje na linolensku i linolnu kiselinu koje su njihovi prekursori (Belitz i sar., 2009), potvrđujući još jednom prethodno određen profil masnih kiselina u semenu bele slačice (Mailer, 2004; Samman i sar., 2008).

Međutim, treba istaći da pitanje porekla (E,E)-2,4-undekadienala u ovom uzorku ostaje nerazjašnjeno. Kao potencijalni sekundarni proizvod oksidacije lipida, ovo jedinjenje je teško pratiti do masne kiseline koja je njegov prekursor. Ovo jedinjenje je identifikovano u tragovima u neoksidovanom semenu bele slačice (Miyazawa i Kawata, 2006), a veća količina je pronađena u semenu bele slačice analiziranom u ovom radu gde je sastav isparljivih komponentata dokaz da je došlo do oksidacije. Moguće je da je (E,E)-2,4-undekadienal specifični pokazatelj oksidacije ulja u ovoj sirovini. Ipak, ova pretpostavka tek treba da se dokaže.

Kako je već pomenuto, u korišćenim eksperimentalnim uslovima nije bilo moguće potpuno razlaganje masnih kiselina, tako da su u hromatogramima dominirale široke i istaknute "grbe" nerazložene kompleksne smeše ovih jedinjenja. Hidroliza masnih kiselina vrši se 0,06 M rastvorom HCl u metanolu, pa će ovaj podatak svakako biti polazna osnova za dalja istraživanja u ovoj oblasti.

6. ZAKLJUČAK

1. Eksperiment je izveden sa ciljem da se optimizuje tehnološki postupak proizvodnje senfa. U laboratorijskom majonatoru proizvedene su četiri vrste senfa: blagi senf, senf sa začinskim biljem, senf za roštilj i Chilli senf. Variranjem sadržaja komponenata, nizom probnih postupaka proizvodnje došlo se do konačnih proizvoda koji su zadovoljili organoleptičke parametre i sve ostale propise.

2. Pre početka proizvodnje izvršena je kontrola kvaliteta suncokretovog ulja i rezultati su pokazali da se ovo ulje moglo koristiti u proizvodnji senfa jer je ispunjavalo sve parametre kvaliteta i u skladu je sa Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode (Sl. list SCG, br. 23/2006).

3. Pre početka proizvodnje izvršeno je mikrobiološko ispitivanje sirovina i rezultati su pokazali da su sve komponente u skladu sa Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002).

4. U toku tehnološkog postupka proizvodnje vršene su probe sa različitim vrstama sirćeta: alkoholnim, jabukovim i vinskim. Od ova tri proizvoda najbolju senzornu ocenu je imao proizvod sa vinskim sirćetom, ali je jedino proizvod sa alkoholnim sirćetom bio mikrobiološki stabilan.

5. Od proizvedena tri uzorka sa različitim sadržajem kurkume (0,13 %, 0,15 % i 0,18 % kurkume) najbolju senzornu ocenu je imao proizvod koji je sadržao 0,15 % kurkume, ali je znatno bolju boju pružao uzorak bojen riboflavinom (vitamin B₂).

6. Proba sa inaktivisanom slačicom je imala krajnji proizvod smanjene ljutine i zaključak je da se inaktivacijom enzima mirozinaze onemogućava degradacija glukozinolata sinalbina, a samim tim i stvaranje komponenata koje senfu daju aromu. Zato se u svim uzorcima koristila mešavina inaktivisane bele slačice i obične bele slačice. Mešavina inaktivisane bele slačice i obične bele slačice u odnosu 1:3,2 je pokazala najbolje rezultate u optimizaciji tehnološkog postupka.

7. Rađene su probe na različitim temperaturama. Uzorak koji nije zagrevan imao je konzistenciju smanjene viskoznosti i nije bio mikrobiološki stabilan, a uzorak u kom je urađena pasterizacija na 85 °C imao je smanjenu ljutinu i bio je mikrobiološki stabilan. Zaključak je da je u tehnološkom postupku proizvodnje senfa neophodno vršiti pasterizaciju.

8. U postupku proizvodnje sve četiri vrste senfa najveći problem je predstavljalo prisustvo lipolitičkih bakterija. Temperatura pasterizacije 75 °C, tokom 5 minuta i temperatura pasterizacije 80 °C, tokom 5 minuta nisu bile dovoljne da se postigne mikrobiološka stabilnost proizvoda. Mikrobiološka stabilnost je postignuta temperaturom pasterizacije 85 °C, tokom 3 minuta.

9. U proizvodnji blagog senfa najteže je bilo postići odgovarajuću konzistenciju. Dodavanje modifikovanog skroba, ksantan gume i povećanje udela stabilizatora guar gume nisu dali rezultate. Konzistencija je jedino poboljšana povećanjem udela slačice, ali ni tada nije bila odlična. Pretpostavlja se da bi konzistencija mogla da bude još bolja ukoliko bi se hlađenje senfa nakon proizvodnje u majonatoru obavilo naglo, tj. prolaskom kroz izmenjivač toplote, a ne laganim hlađenjem prolaskom hladne vode kroz omotač majonatora. Kako laboratorijski majonator ne poseduje pločasti izmenjivač toplote (poseduje ga samo industrijsko postrojenje), tehnički je bilo nemoguće izvesti naglo hlađenje senfa i pretpostavlja se da je to uzrok lošije konzistencije svih proizvedenih uzoraka.

10. Statističkom obradom rezultata senzorne analize zaključeno je da su od proizvedenih uzoraka blagog senfa najbolje senzorne karakteristike pokazali uzorci blagog senfa BS8 i BS9. Kako je uzorak BS9 imao bolju ocenu za konzistenciju (a konzistencija je bila veliki problem u postupku proizvodnje), ovaj uzorak je uporedno ocenjivan sa još tri blaga senfa sa tržišta. Rezultati su pokazali da je uzorak BS9 po ukusu približno sličnog kvaliteta ostalim senfovima sa tržišta, ali je njegova konzistencija ocenjena slabijom ocenom u odnosu na druge uzorke.

11. Za proizvodnju senfa sa začinskim biljem osnova je bio blagi senf u koji su dodate komponente začinskog bilja (sterilizovane iglice mirođije, bosiljak, peršun, crni luk u prahu, beli luk u prahu, vlašac) i aroma mirođije. Poboljšanje boje se postiglo povećanjem sadržaja riboflavina, a kako je proizvod trebalo da ima žuto-zelenkastu boju dodat je i ekstrakt spanaća čime je postignuta željena boja.

12. Statističkom obradom rezultata senzorne analize zaključeno je da je od proizvedenih uzoraka senfa sa začinskim biljem najbolje senzorne karakteristike pokazao uzorak senfa sa začinskim biljem SZB4. Kako na domaćem tržištu nema drugih proizvođača senfa sa začinskim biljem, nije bilo mogućnosti da se uradi uporedno senzorno ispitivanje.

13. Za proizvodnju senfa za roštilj osnova je bio blagi senf u koji su dodate komponente (sterilizovane ljuspice paprike - usitnjene do 3mm da bi mogle da prođu kroz majonator, crni luk u prahu, paradajz u prahu zbog ukusa i boje, đumbir u prahu) i arome (Barbecue i Grill). U ovaj senf je dodato celo zrno bele slačice zbog "crunchy" ukusa, što je pokazalo dobre rezultate.

14. Statističkom obradom rezultata senzorne analize zaključeno je da je od proizvedenih uzoraka senfa za roštilj najbolje senzorne karakteristike pokazao uzorak senfa za roštilj SZR4. Ovaj uzorak je imao slabiju ocenu za boju, ali po ukusu je bio znatno bolji od ostalih. Uzorak senfa za roštilj SZR4 uporedno je ocenjivan sa konkurencijom sa tržišta, gde je u odnosu na senf za roštilj stranog proizvođača dobio znatno bolje ocene.

15. Za proizvodnju Chilli senfa osnova je bio blagi senf u koji su dodate komponente (oleorezin ljute paprike, crni luk u prahu, Chilli paprika). Oleorezinom ljute paprike se postigla crvena boja, a Chilli paprikom ljutina. Chilli paprika je dala mnogo bolje rezultate u oceni ukusa u odnosu na aromu Chilli (Chilli paprikom je postignuta bolja ljutina u odnosu na Chilli aromu).

16. Statističkom obradom rezultata senzorne analize zaključeno je da je od proizvedenih uzoraka Chilli senfa najbolje senzorne karakteristike pokazao uzorak Chilli senfa CS4. Kako na domaćem tržištu nije bilo proizvođača ove vrste senfa, nije bilo moguće uraditi uporedno senzorno ispitivanje.

17. Dobijeni finalni uzorci sve četiri vrste senfa (blagi senf BS9, senf sa začinskim biljem SZB4, senf za roštilj SZR4 i Chilli senf CS4) podvrgnuti su analizama (mikrobiološkim, fizičko-hemijskim, analizama na ostatke pesticida, teške metale i mikotoksine) i određena je energetska vrednost uzoraka. Dobijeni proizvodi su ispunjavali sve parametre kvaliteta i bili su u skladu sa Pravilnikom o kvalitetu i drugim zahtevima za

senf (Sl. list SRJ br. 3/2001), Pravilnikom o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Sl. list SCG br. 56/2003, 4/2004-dr. pravilnik i 5/2004-ispr), Pravilnikom o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Sl. list SRJ, br. 5/92, 11/92 – ispr. i 32/2002) i Pravilnikom o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002).

18. Izvršena je analiza degradacionih produkata sinalbina u blagom senfu. Rezultati su poređeni sa rezultatima mlevenog semena bele slačice (mešavina inaktivisane i obične bele slačice u odnosu 1:3,2) koje je korišćeno u procesu proizvodnje senfa. Ovi rezultati ukazuju na to da su dominantne masne kiseline, prvobitno prisutne u semenu bele slačice takođe prisutne i u gotovom proizvodu, blagom senfu koji je proizveden od ove sirovine. Najobilniji degradacioni proizvod sinalbina u senfu bio je 4-(hidroksimetil)fenol.

19. Osim dominantnih masnih kiselina i 4-(hidroksimetil)fenola druga identifikovana jedinjenja u senfu bila su: 4-metil fenol, 4-etil fenol, 4-(2-hidroksietil)fenol i 2-(4-hidroksifenil) etanska kiseline. Iako se za neka od njih može reći da su strukturno srodna sa glukozinolatom sinalbinom, ovaj odnos tek treba da se dokaže.

20. Jedinjenje 2-(4-hidroksifenil)acetonitril, jedno od glavnih produkata degradacije glukozinolata sinalbina, i jedno od glavnih prekursora 4-(2-hidroksietil)fenola u reakciji degradacije sinalbina, nije otkriveno u ovom uzorku blagog senfa. To ukazuje da je ovo jedinjenje nestabilno u uslovima poluindustrijske proizvodnje senfa. Jedinjenje 4-(izotiocianatometil)fenol, degradacioni proizvod sinalbina, koje daje oštar ukus senfu, nije otkriveno u ovom uzorku, što je dokaz da ovaj senf spada u kategoriju blagog senfa.

21. Analiziran je sastav isparljivih komponenata u semenu bele slačice sa posebnim osvrtom na sekundarne produkte oksidacije ulja u materijalu. Ispitivanje je bazirano na ekstrakciji mlevenog semena bele slačice i GC-MS instrumentalnoj metodi analize. Rezultati su pokazali da (polu)isparljiva jedinjenja, za razliku od masnih kiselina, predstavljaju manje od 1 % svih jedinjenja prisutnih u ekstraktu. Šesnaest (polu) isparljivih jedinjenja su identifikovana u ispitivanom uzorku mlevenog semena bele slačice. Pored jedinjenja koja prirodno daju aromu, identifikovan je čitav niz zasićenih i nezasićenih aldehida sa jednom ili dve dvogube veze: C₆, C₇, C₈ i C₉ alkanali; C₇, C₈, C₉ i C₁₀ 2-enali i C₇, C₁₀ i C₁₂ 2, 4-dienali.

22. Dokazano je da se oktanal i nonanal (kada su prisutni u semenu bele slačice) i heptanal (kada je prisutan u većoj količini od tragova), mogu smatrati indikatorima oksidacije ulja u ovoj sirovini. Potvrđeno je da identifikovani 2-alkenali i 2,4-dienali mogu da budu dobri pokazatelji sadržaja masnih kiselina u uzorku, jer su one njihovi prekursori. Pored toga, dokazano je da su ovi nezasićeni aldehidi, kada su prisutni u visokim koncentracijama, indikatori rane faze oksidacije lipida u semenu bele slačice.

7. LITERATURA

- Aggarwal, B.B., Shishodia, S., Takada, Y., Banerjee, S., Newman, R.A., Bueso-Ramos, C.E., Price, J.E. (2005): Curcumin suppresses the paclitaxel-induced nuclear factor-kappaB pathway in breast cancer cells and inhibits lung metastasis of human breast cancer in nude mice. *Clinical Cancer Research*, 11 (20), 7490-7498.
- Aires, A., Mota, V.R., Saavedra, M.J., Rosa, E.A.S., Bennett, R.N. (2009): The antimicrobial effects of glucosinolate and their respective enzymatic hydrolysis products on bacteria isolated from the human intestinal tract. *Journal of Applied Microbiology*, 106, 2086–95.
- Ali, B.H., Blunden, G., Tanira, M.O, Nemmar, A. (2008): Some phytochemical, pharmacological and toxicological properties of ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review of recent research. *Food and Chemical Toxicology*, Vol. 46, Issue 2, 409-420.
- Almeida, I., Alviano, D.S., Vieira, D.P. (2007): Antigiardial activity of *Ocimum basilicum* essential oil. *Parasitology Research*, 101 (2), 443–452.
- Amagase, H., Petesch, B.L., Matsuura, H., Kasuga, S., Itakura, Y. (2001): Intake of garlic and its bioactive components. *The Journal of Nutrition*, 131, 955–962.
- Amarowicz, R., Wanasundara, U.N., Karamać, M., Shahidi, F. (1996): Antioxidant activity of ethanolic extract of mustard seed. *Nahrung*, 40, No. 5, 261-263.
- Antol, M. N. (1999): *The Incredible Secrets of Mustard: The Quintessential Guide to the History, Lore, Varieties, and Healthful Benefits of Mustard*. Avery Publishing Group, New York.
- Augusti, K. (1996): Therapeutic values of onion (*Allium cepa* L.) and garlic (*Allium sativum* L.). *Indian Journal of Experimental Biology*, 34, 634–640.
- Balke, D.T., Diosady, L.L. (2000): Rapid aqueous extraction of mucilage from whole white mustard seed. *Food Research International*, 33 (5), 347-356.
- Barandiaran, X., Martín, N., Rodríguez-Conde, M.F., Di Pietro, A., Martín, J. (1998): Genetic variability in callus formation and regeneration of garlic (*Allium sativum* L.). *Plant Cell Reports*, Vol. 18, No. 5, 434-437.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. (2009): *Food Chemistry*. 4 ed. Springer: Verlag Berlin Heidelberg.
- Bellostas, N., Petersen, I.L., Sørensen, J.C., Sørensen, H. (2008): A fast and gentle method for the isolation of myrosinase complexes from *Brassicaceous* seeds. *Journal of Biochemical & Biophysical Methods*, Vol. 70, Issue 6, 918-925.
- Billing, J., Sherman, P.W. (1998): Antimicrobial functions of spices: why Some Like it Hot. *The Quarterly review of biology*, 73 (1), 3–49.

- Blank, I., Grosch, W. (1991): Evaluation of Potent Odorants in Dill Seed and Dill Herb (*Anethum graveolens* L.) by Aroma Extract Dilution Analysis. *Journal of Food Science* (John Wiley & Sons), 56 (1), 63–67.
- Block, E. (2010): *Garlic and Other Alliums: The Lore and the Science*. Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Block, E., Naganathan, S., Putman, D., Zhao, S.H. (1992a): Allium chemistry: HPLC analysis of thiosulfates from onion, garlic, wild garlic (ramsoms), leek, scallion, shallot, elephant (great-headed) garlic, chive, and Chinese chive. Uniquely high allyl to methyl ratios in some garlic samples, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40 (12), pp 2418–2430.
- Block, E., Putman, D., Zhao, S.H. (1992b): Allium chemistry: GC-MS analysis of thiosulfates and related compounds from onion, leek, scallion, shallot, chive, and Chinese chive. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40 (12), 2431–2438.
- Bones, A.M., Rossiter, J.T. (1996): The myrosinase-glucosinolate system, its organisation and biochemistry. *Physiologia Plantarum*, Vol. 97, Issue 1, 194-208.
- Bones, A.M., Rossiter, J.T. (2006): The enzymic and chemically induced decomposition of glucosinolates. *Phytochemistry*, 67: 1053–1067.
- Božin, B., Mimica-Dukić, N., Simin, N., Anackov, G. (2006): Characterization of the volatile composition of essential oils of some *lamiaceae* spices and the antimicrobial and antioxidant activities of the entire oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54 (5), 1822–1828.
- Brooks, K.A. (2007): *High Demand for Pimento*. Ministry of Agriculture & Land, Kingston, (JIS).
- Buisseret, D., Randle, I. (1996): *Historic Jamaica from the Air*, Publishers, Kingston.
- Burdock, G.A. (1996): *Encyclopedia of Food & Color Additives*. Boca Raton, CRC Press, 87, 95–96.
- Buskov, S., Hasselstrøm, J., Olsen, C.E., Sørensen, H., Sørensen, J.C, Sørensen, S. (2000): Supercritical fluid chromatography as a method of analysis for the determination of 4-hydroxybenzylglucosinolate degradation products. *Journal of Biochemical and Biophysical Methods*, 43: 157-174.
- Cai, J., Liu, B., Su, Q. (2001): Comparison of simultaneous distillation extraction and solid-phase microextraction for the determination of volatile flavor components. *Journal of Chromatography A*, 930: 1-7.
- Caridi, D., Trenerry, V.C., Rochfort, S., Duong, S., Laughher, D., Jones, R. (2007): Profiling and quantifying quercetin glucosides in onion (*Allium cepa* L.) varieties using capillary zone electrophoresis and high performance liquid chromatography. *Food Chemistry*, Vol. 105 Issue 2, 691-699.

- Cavagnaro, P.F., Camargo, Galmarini, C.R., Simon, P.W. (2007): Effect of Cooking on Garlic (*Allium sativum* L.) Antiplatelet Activity and Thiosulfates Content. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55 (4), 1280–1288.
- Cavallito, C.J., Bailey, J.H. (1944): Allicin, the Antibacterial Principle of *Allium sativum* L. Isolation, Physical Properties and Antibacterial Action. *Journal of the American Chemical Society*, 66 (11), 1950–1951.
- Cejpek, K., Urban, J., Velíšek, J., Hrabcová, H. (1998): Effect of sulphite treatment on allyl isothiocyanate in mustard paste. *Food Chemistry*, 62: 53-57.
- Chiang, L.C., Ng, L.T., Cheng, P.W., Chiang, W., Lin, C.C. (2005): Antiviral activities of extracts and selected pure constituents of *Ocimum basilicum*. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 32 (10), 811–816.
- Chithra, V., Leelamma, S. (1997): Hypolipidemic effect of coriander seeds (*Coriandrum sativum*): mechanism of action. *Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum)*, Vol. 51, No. 2, 167-172.
- Chlodwig, F., Glasl, H. (1975): Zur Kenntnis der Ätherischen öle von Petersilie II. Vergleichende Untersuchung des Frucht-, Blatt- und Wurzelöles Einiger Petersiliensorten. *Plant Foods for Human Nutrition (Formerly Qualitas Plantarum)*, Vol. 25, No. 3-4, 253-262.
- Cserhalmi, Zs., Márkus, Zs., Czukor, B., Baráth, Á., Tóth, M. (2000): Physico-chemical properties and food utilization possibilities of RF-treated mustard seed. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, Vol. 1, Issue 4, 251-254.
- Daood, H.G., Illés, V., Gnayfeed, M.H., Mészáros, B., Horváth, G., Biacs, P.A. (2002): Extraction of pungent spice paprika by supercritical carbon dioxide and subcritical propane. *Journal of Supercritical Fluids*, Vol. 23, Issue 2, 143-153.
- Dasgupta, C.K., Friend, J. (1973): Changes in the lipid and fatty acid composition during maturation of seeds of white mustard (*sinapis alba*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 24, Issue 4, 463–470.
- Dervisoglu, M., Kokini, J.L. (1986): Effect of different tube materials on the steady shear tube flow of semi-solid foods. *Journal of Food Process Engineering*, Vol. 8, Issue 3, 137–146.
- Dhalwal, K., Shinde, V.M., Mahadik, K.R. (2008): Efficient and Sensitive Method for Quantitative Determination and Validation of Umbelliferone, Carvone and Myristicin in *Anethum graveolens* and *Carum carvi* Seed. *Chromatographia (Springer)*, 67 (1 - 2), 163–167.
- Dimitrios, B. (2006): Sources of natural phenolic antioxidants. *Trends in Food Science & Technology*, 17 (9), 505–512.
- Dorđević, J. (1982): Mleko. INI "PKB-Agroekonomik", Beograd.
- Durak, I., Kavutcu, M., Aytac, B. *et al.* (2004). Effects of garlic extract consumption on blood lipid and oxidant/antioxidant parameters in humans with high blood cholesterol. *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 15, (6), 373–377.

Ebo, O. D.G., Bridts, C.H, Mertens, M.H., Stevens, W.J. (2006): Coriander anaphylaxis in A spice grinder with undetected occupational allergy. *Acta Clinica Belgica*, 61 (3), 152–156.

EINECS (European INventory of Existing Commercial chemical Substances) <http://ecb.jrc.ec.europa.eu/esis/>

Eriksson, S., Ek, B., Xue, J., Rask, L., Meijer, J. (2001): Identification and characterization of soluble and insoluble myrosinase isoenzymes in different organs of *Sinapis alba*. *Physiologia Plantarum*, Vol. 111, Issue 3, 353-364.

Ernst, E., Pittler, M.H. (2000). Efficacy of ginger for nausea and vomiting: a systematic review of randomized clinical trials (PDF). *British Journal of Anesthesia*, 84 (3), 367–371.

Figiel, A. (2009): Drying kinetics and quality of vacuum-microwave dehydrated garlic cloves and slices. *Journal of Food Engineering*, Vol. 94, Issue 1, 98-104.

Freeman, G.G., Whenham, R.J., Self, R., Eagles, J. (1975): Volatile flavour components of parsley leaves (*Petroselinum crispum* (mill.) nyman). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 26, Issue 4, 465–470.

Galeone, C., Pelucchi, C., Levi, F., Negri, E., Franceschi, S., Talamini, R., Giacosa, A., La Vecchia, C. (2006): Onion and garlic use and human cancer. *American Journal of Clinical Nutrition*, Vol. 84, No. 5, 1027-1032.

Gardner, C.D, Lawson, L.D, Block, E. *et al.* (2007): Effect of raw garlic vs commercial garlic supplements on plasma lipid concentrations in adults with moderate hypercholesterolemia: a randomized clinical trial. *Archives of Internal Medicine*, 167, (4) 346–353.

Gernot Katzer's Spice Pages (2009), www.unigraz.at/~katzer/engl/index.html

Gray, A.M., Flat, P.R. (1999): Insulin-releasing and insulin-like activity of the traditional anti-diabetic plant *Coriandrum sativum* (coriander). *British Journal of Nutrition*, Vol. 81, 203-209.

Groppo, F., Ramacciato, J., Motta, R., Ferraresi, P., Sartoratto, A. (2007): Antimicrobial activity of garlic against oral *streptococci*. *International Journal of Dental Hygiene*, 5, 109–115.

Grosch, W. (1987): Low-MW products of hydroperoxide reactions. In: *Autoxidation of unsaturated lipids* (Edited by Chan, H.W.S.), Academic Press, London, 95-139.

Harrison, I.J., Cunningham, F.E. (1985): Factors influencing the quality of mayonnaise. *Journal of Food Quality*, 8, 1-10.

Hiserodt, R.D., Franzblau, S.G., Rosen, R.T. (1998): Isolation of 6-, 8-, and 10-Gingerol from Ginger Rhizome by HPLC and Preliminary Evaluation of Inhibition of *Mycobacterium avium* and *Mycobacterium tuberculosis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46 (7), 2504–2508.

Hochkoeppler, A., Palmieri, S. (1992): Kinetic properties of Myrosinase in hidrated reverse micelles. *Biotechnology Progress*, 8, 91-96.

Jang, M., Hong, E., Kim, G.H. (2010): Evaluation of Antibacterial Activity of 3-Butenyl, 4-Pentenyl, 2-Phenylethyl, and Benzyl Isothiocyanate in *Brassica* Vegetables. *Journal of Food Science*, DOI: 10.1111/j.1750-3841.2010.01725.x

Jarén-Galán, M., Nienaber, U., Schwartz, S.J. (1999): Paprika (*Capsicum annuum*) Oleoresin Extraction with Supercritical Carbon Dioxide. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (9), 3558–3564.

Jirovetz, L., Buchbauer, G., Shafi, M.P., Kaniampady, M.M. (2003a): Chemotaxonomical analysis of the essential oil aroma compounds of four different *Ocimum species* from southern India. *European Food Research and Technology*, Vol. 217, No. 2, 120-124.

Jirovetz, L., Buchbauer, G., Stoyanova, A.S., Georgiev, E.V., Damianova, S.T. (2003b): Composition, Quality Control, and Antimicrobial Activity of the Essential Oil of Long-Time Stored Dill (*Anethum graveolens* L.) Seeds from Bulgaria. *Journal of Agricultural and Food Chemistry (American Chemical Society)*, 51 (13), 3854 – 3857.

Journal of Agricultural and Food Chemistry, 46 (5), 1734–1738.

JUS E.B3.025

JUS E.B3.038

JUS E.B3.100

JUS H. H9.071

JUS H.H9.051

JUS H.H9.060

JUS H.H9.074

JUS H.H9.080

Juszczak, L., Witczak, M., Fortuna, T., Bany, A. (2004): Rheological properties of commercial mustards. *Journal of Food Engineering*, Vol. 63, Issue 2, 209-217.
Gerhards, Ch., Schubert, H. (1993): Viscoelastic and shear thinning behavior of processed mustard. *Rheology*, 12, 256-263.

Kápolna, E., Fodor, P. (2007): Bioavailability of selenium from selenium-enriched green onions (*Allium fistulosum*) and chives (*Allium schoenoprasum*) after 'in vitro' gastrointestinal digestion. *International Journal of Food Sciences & Nutrition*, Vol. 58 Issue 4, 282-296.

Kápolna, E., Shah, M., Caruso, J.A., Fodor, P. (2007): Selenium speciation studies in Se-enriched chives (*Allium schoenoprasum*) by HPLC-ICP-MS. *Food Chemistry*, Vol. 101 Issue 4, 1415-1423.

Kim, M.G., Lee, H.S. (2009): Growth-Inhibiting Activities of Phenethyl Isothiocyanate and Its Derivatives against Intestinal Bacteria. *Journal of Food Science*, Vol. 74, Issue 8, 467–471.

- Kim, M.H., Jo, S.H., Jang, H.D., Lee, M.S., Kwon, Y.I. (2010): Antioxidant activity and α -glucosidase inhibitory potential of onion (*Allium cepa* L.) extracts. Food Science and Biotechnology, Vol. 19, No. 1, 159-164.
- Kiran Babu, G.D., Shanmugam, V., Ravindranath, S.D., Joshi, V.P. (2007): Comparison of chemical composition and antifungal activity of *Curcuma longa* L. leaf oils produced by different water distillation techniques. Flavour and Fragrance Journal, Vol. 22, Issue 3, 191–196.
- Kišgeci, J. (2002): Lekovito bilje. Partenon, Beograd.
- Kišgeci, J., Jelčić, S., Beatović, D. (2009): Lekovito, aromatično i začinsko bilje, Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet.
- Koehler's Medicinal-Plants
<http://pharm1.pharmazie.unigreifswald.de/allgemei/koehler/koeh-eng.htm>
- Kostić, S.S. (1998): Praktikum iz tehnologije gotove hrane. Poljoprivredni fakultet, Beograd.
- Kosuge, S., Inagaki, Y. (1962): Studies on the pungent principles of red pepper. Part XI. Determination and contents of the two pungent principles. Nippon Nogeï Kagaku Kaishi (Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan), 36, 251.
- Kosuge, S., Inagaki, Y., Okumura, H. (1961): Studies on the pungent principles of red pepper. Part VIII. On the chemical constitutions of the pungent principles. Nippon Nogeï Kagaku Kaishi (Journal of the Agricultural Chemical Society of Japan), 35, 923–927; (en) Chemical Abstracts, 1964, 60, 9827.
- Kovačević, N. (2001): Kvalitet i kontrola kvaliteta biljnih droga, ekstrakata i fitopreparata. Lekovite sirovine, god. XX, broj 20, 57-68.
- Kováts, E. (1958): Gas-chromatographische Charakterisierung organischer Verbindungen. Teil 1: Retentionsindices aliphatischer Halogenide, Alkohole, Aldehyde und Ketone. Helvetica Chimica Acta, 41, 1915-1932.
- Kreydiyyeh, I.S., Julnar, U. (2002): Diuretic effect and mechanism of action of parsley. Journal of Ethnopharmacology, 79 (3), 353-357.
- Kubo, I., Fujita, K., Kubo, A., Nihei, K., Ogura, T. (2004): Antibacterial Activity of Coriander Volatile Compounds against *Salmonella choleraesuis*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52 (11), 3329–3332.
- Kumar, A., Kumar, S.V. (2010): Antibacterial activity of allicin from *Allium sativum* against antibiotic resistant uropathogens. Internet Journal of Infectious Diseases, Vol. 8 Issue 1, 8-8.
- Lamm, D.L., Riggs, D.R. (2001): Enhanced immunocompetence by garlic: role in bladder cancer and other malignancies. The Journal of Nutrition, 131, 1067–1070.

- Lancashire, R.J. (2007): The Department of Chemistry, University of the West Indies, Mona Campus, Kingston 7, Jamaica.
- Lau, B.H.S., Tadi, P.P., Tosk, J.M. (1990): *Allium sativum* (garlic) and cancer prevention. *Nutrition Research*, 10, 937–948.
- Lee, K.C., Cheuk, M.W., Chan, W., Lee, A.W.M., Zhao, Z.Z., Jiang, Z.H., Cai, Z. (2006): Determination of glucosinolates in traditional Chinese herbs by high-performance liquid chromatography and electrospray ionization mass spectrometry. *Analytical & Bioanalytical Chemistry*, Vol. 386, Issue 7/8, 2225-2232.
- Leino, M.E. (1992): Effect of freezing, freeze-drying, and air-drying on odor of chive characterized by headspace gas chromatography and sensory analyses. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40 (8), 1379–1384.
- Lemar, K.M., Passa, O., Aon, M.A. *et al* (2005). Allyl alcohol and garlic (*Allium sativum*) extract produce oxidative stress in *Candida albicans*. *Microbiology (Reading, Engl.)* 151 (Pt 10), 3257–3265.
- Lombard, K., Peffley, E., Geoffriau, E., Thompson, L., Herring, A. (2005): Quercetin in onion (*Allium cepa* L.) after heat-treatment simulating home preparation. *Journal of Food Composition & Analysis*, Vol. 18, Issue 6, 571-581.
- Low, C.F., Chong, P.P., Yong, P.V.C., Lim, C.S.Y., Ahmad, Z., Othman, F. (2008): Inhibition of hyphae formation and SIR2 expression in *Candida albicans* treated with fresh *Allium sativum* (garlic) extract. *Journal of Applied Microbiology*, Vol. 105, Issue 6, 2169-2177.
- Mailer, R.J. (2004). Oilseeds, Overview. In: *Encyclopedia of Grain Science* (Edited by Corke, H., Walker, C.E. & Wrigley, C.), Elsevier Ltd., 380-386.
- Manosroi, J., Dhumtanom, P., Manosroi, A. (2006): Anti-proliferative activity of essential oil extracted from Thai medicinal plants on KB and P388 cell lines. *Cancer Letters*, 235 (1), 114–120.
- Mansell, P., Reckless, J.P.D. (1991): Garlic: effects on serum lipids, blood pressure, coagulation, platelet aggregation, and vasodilatation. *British Medical Journal*, 303, 379.
- Marković, I., Živić, D. (2008): Senf. *Progressive magazin*, No. 48, 72.
- McGary, M.J. (2001): *Bulbs of North America*. North American Rock Garden Society, Portland, Timber Press, 28–29.
- Meng, Y., Lu, D., Guo, N., Zhang, L., Zhou, G. (1993): Anti-HCMV effect of garlic components. *Virologica Sinica*, 8, 147–150.
- Miličević, T. (2008): Mehanizmi otpornosti biljaka na napad patogena i razvoj bolesti, Fitoimunologija, obrambene biljne reakcije. Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
- Mithen, R.F. (2001): Glucosinolates and their degradation products. *Advances in Botanical Research*, 35: 213-232.

- Miyazawa, M., Kawata, J. (2006): Identification of the main aroma compounds in dried seeds of *Brassica hirta*. *Journal of Natural Medicines*, 60: 89-92.
- N. Frank, M. Dubois, T. Goldmann, A. Tarres, E. Schuster, F. Robert (2010): Semiquantitative analysis of 3-butenyl isothiocyanate to monitor an off-flavor in mustard seeds and glycosinolates screening for origin identification. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 58: 3700-3707.
- Nielsen, S.S. (2010): *Food Analysis*. 4 ed. Springer: New York Dordrecht Heidelberg London.
- Niketić-Aleksić, G. (1988): *Tehnologija voća i povrća*, Naučna knjiga, Poljoprivredni fakultet, Beograd
- Nitta, Y., Kikuzaki, H., Ueno, H. (2009): Inhibitory activity of *Pimenta dioica* extracts and constituents on recombinant human histidine decarboxylase. *Food Chemistry*, Vol. 113, Issue 2, 445-449.
- O' Hara, M., Kiefer, D., Farrell, K., Kemper, K. (1998): A Review of 12 Commonly Used Medicinal Herbs. *Archives of Family Medicine* 7 (7), 523–536.
- Oguntimein, B.O., Weyerstahl, P., Marschall-Weyerstahl, H. (1990): Essential oil of *Curcuma longa* L. leaves. *Flavour and Fragrance Journal*, Vol. 5, Issue 2, 89–90.
- Phippen, W.B., Simon, J.E. (1998): Anthocyanins in Basil (*Ocimum basilicum* L.).
- Pino, J.A., Fuentes, V., Correa, M.T. (2001): Volatile Constituents of Chinese Chive (*Allium tuberosum* Rottl. ex Sprengel) and Rakkyo (*Allium chinense* G. Don). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49 (3), 1328–1330.
- Plescher, A., Pohl, H., Vetter, A., Förtsch, U. (1995): Übergang von Schwermetallen aus dem Boden in Arznei- und Gewürzpflanzen. *Herba Germanica*, 3, 116-125.
- Plutowska, B., Wardencki, W. (2007): Aromagrams – Aromatic profiles in the appreciation of food quality. *Food Chemistry*, 101: 845-872.
- Pravilnik o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicama (Sl. list SRJ, br. 5/92, 11/92 – ispr. i 32/2002).
- Pravilnik o kvalitetu proizvoda od voća, povrća, pečurki i pektinskih preparata (Sl. list SFRJ, 1/79).
- Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode (Sl. list SCG, br. 23/2006).
- Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za senf (Sl. list SRJ br. 3/2001).
- Pravilnik o kvalitetu i uslovima upotrebe aditiva u namirnicama i o drugim zahtevima za aditive i njihove mešavine (Sl. list SCG, br. 56/2003, 4/2004 - dr. pravilnik i 5/2004 - ispr.).

Pravilnik o kvalitetu začina, ekstraktata začina i mešavina začina (Sl. list SFRJ, br. 4/85 i 84/87 i Sl. list SCG, br. 56/2003 – dr. pravilnik i 4/2004 – dr. pravilnik).

Pravilnik o metodama vršenja mikrobioloških analiza i superanaliza životnih namirnica (Sl. list SFRJ, br. 25/80).

Pravilnik o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu (Sl. list SRJ, br. 26/93, 53/95 i 46/2002).

Prescott, J., Allen, S., Stephens, L. (1993): Interactions between oral chemical irritation, taste and temperature. *Chemical Senses*, 18, 389 - 404.

Price, K.R., Bacon, J.R., Rhodes, M.J.C. (1997): Effect of Storage and Domestic Processing on the Content and Composition of Flavonol Glucosides in Onion (*Allium cepa*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45 (3), 938–942.

QuEChERS - Mini-Multiresidue Method for the Analysis of Pesticides.

Raghavan, B., Shankaranarayana, M.L., Nagalakshmi, S., Natarajan, C.P. (1971): Volumetric determination of p-hydroxybenzyl isothiocyanate in sinalbin (p-hydroxybenzylglucosinolate) and in white mustard seed (*Sinapis alba* L). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 22, Issue 10, 523–525.

Raina, V.K., Srivastava, S.K., Jain, N., Ahmad, A., Syamasundar, K.V., Aggarwal, K.K. (2002): Essential oil composition of *Curcuma longa* L. cv. Roma from the plains of northern India. *Flavour and Fragrance Journal*, Vol. 17, Issue 2, 99–102.

Rangkadilok, N., Nicolas, M.E., Bennett, R.N., Premier, R.R., Eagling, D.R., Taylor, P.W.J. (2002): Determination of sinigrin and glucoraphanin in *Brassica species* using a simple extraction method combined with ion-pair HPLC analysis. *Scientia Horticulturae*, Vol. 96, Issue 1-4, 27-42.

Rangkadilok, N., Nicolas, M.E., Bennett, R.N., Premier, R.R., Eagling, D.R., Taylor, P.W.J. (2002): Developmental changes of sinigrin and glucoraphanin in three *Brassica* species (*Brassica nigra*, *Brassica juncea* and *Brassica oleracea* var. *italica*). *Scientia Horticulturae*, Vol. 96, Issue 1-4, 11-27.

Ratti, C., Araya-Farias, M., Mendez-Lagunas, L., Makhlof, J. (2007): Drying of Garlic (*Allium sativum*) and Its Effect on Allicin Retention. *Drying Technology*, Vol. 25 Issue 2, 349-356.

Rodriquez, D.W. (1969): PIMENTO - A short economic history, Agricultural Information Service, Jamaica.

Romanowski, F., Klenk, H. (2005): Thiocyanates and Isothiocyanates, *Organic, in Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. Wiley-VCH, Weinheim.

Ryu, K., Ide, N., Matsuura, H., Itakura, Y. (2001): N Alpha-(1-deoxy-d-fructos-1-yl)-l-arginine, an antioxidant compound identified in aged garlic extract. *The Journal of Nutrition*, 131, 972–976.

- Samman, S., Chow, J.W.Y., Foster, M.J., Ahmad, Z.I., Phuyal, J.L., Petocz, P. (2008): Fatty acid composition of edible oils derived from certified organic and conventional agricultural methods. *Food Chemistry*, 109: 670-674.
- Schweiggert, U., Kurz, C., Schieber, A., Carle, R. (2007): Effects of processing and storage on the stability of free and esterified carotenoids of red peppers (*Capsicum annuum* L.) and hot chilli peppers (*Capsicum frutescens* L.). *European Food Research and Technology*, Vol. 225, No. 2, 261-270.
- Scott, T. (2007): What is the chemical process that causes my eyes to tear when I peel an onion?, *Chemistry*, Scientific American.
- Shahidi, F., Wanasundara, U.N., Amarowicz, R. (1994): Natural antioxidants from low-pungency mustard flour. *Food Research International*, Vol. 27, Issue 5, 489-493.
- Turgis, M., Han, J., Caillet, S., Lacroix, M. (2009): Antimicrobial activity of mustard essential oil against *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella typhi*. *Food Control*, Vol. 20, Issue 12, 1073-1079.
- Sharma, G.P., Prasad, S. (2001): Drying of garlic (*Allium sativum*) cloves by microwave-hot air combination. *Journal of Food Engineering*, Vol. 50, Issue 2, 99-105.
- Sharma, G.P., Prasad, S. (2006): Optimization of process parameters for microwave drying of garlic cloves. *Journal of Food Engineering*, Vol. 75, Issue 4, 441-446.
- Shuford, J.A., Steckelberg, J.M., Patel, R. (2005): Effects of fresh garlic extract on *Candida albicans* biofilms. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 49 (1), 473.
- Singh, G., Sumitra, M., Lampasona, M.P., Catalan, C. (2005): Chemical Constituents, Antimicrobial Investigations, and Antioxidative Potentials of *Anethum graveolens* L. Essential Oil and Acetone Extract: Part 52. *Journal of Food Science*, (John Wiley & Sons), 70 (4), 208-215.
- Singh, U.P., Singh, D.P., Maurya, S., Maheshwari, R., Singh, M., Dubey, R.S., Singh, R.B. (2004): Investigation on the phenolics of some spices having pharmacotherapeutic properties. *Journal of Herbal Pharmacotherapy*, 4: 27-42.
- Soledade, M., Pedras, C., Khan, A.Q., Taylor, J.L. (1997): Phytoalexins from *Brassicacae*: Overcoming Plants' Defenses. *Phytochemicals for Pest Control*, Chapter 12, 155-166, ACS Symposium Series, Vol. 658.
- Srinivasan, K. (2005): Plant foods in the management of *diabetes mellitus*: Spices as beneficial antidiabetic food adjuncts. *International Journal of Food Sciences & Nutrition*, Vol. 56, Issue 6, 399-414.
- Szeged (1931-1947): Vitamin C, Muscles, and WWII. The Albert Szent-Gyorgyi Papers, U.S. National Library of Medicine.
- Tesaki, S., Tanabe, S., Ono, H., Fukushi, E., Kawabata, J., Watanabe, M. (1998): 4-Hydroxy-3-nitrophenylacetic and Sinapic Acids as Antibacterial Compounds from Mustard Seeds. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, Vol. 62, No.5, 998-1000.

- Tewksbury, J.J., Reagan, K.M., Machnicki, N.J., Carlo, T.A., Haak, D.C., Peñaloza, A.L.C., Levey, D.J. (2008): Evolutionary ecology of pungency in wild chilies. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (33), 11808–11811.
- Thiyam, U., Stöckmann, H., Felde, T.Z., Schwarz, K. (2006): Antioxidative effect of the main sinapic acid derivatives from rapeseed and mustard oil by-products. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 108, 239-248.
- Trajković, J., Mirić, M., Baras, J., Šiler, S. (1983): *Analiza životnih namirnica*. Tehnološko-metalurški fakultet, Beograd.
- Tsao, P., Yu, Q., Potter, J., Chiba, M. (2002): Direct and Simultaneous Analysis of Sinigrin and Allyl Isothiocyanate in Mustard Samples by High-Performance Liquid Chromatography. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50, 4749-4753.
- Tucakov, J. (1996): *Lečenje biljem*. Rad, Beograd.
- Uquiche, E., Del Valle, H.M., Ortiz, J. (2004): Supercritical carbon dioxide extraction of red pepper (*Capsicum annuum* L.) oleoresin. *Journal of Food Engineering*, Vol. 65, Issue 1, 55-66.
- USDA Nutrient database, <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>
- Van Eylen, D., Indrawati, Hendrickx, M., Van Loey, A. (2006): Temperature and pressure stability of mustard seed (*Sinapis alba* L.) myrosinase. *Food Chemistry*, Vol. 97, Issue 2, 263-271.
- Van Eylen, D., Oey, I., Hendrickx, M., Van Loey, A. (2008): Behavior of mustard seed (*Sinapis alba* L.) myrosinase during temperature/pressure treatments: a case study on enzyme activity and stability. *European Food Research & Technology*, Vol. 226, Issue 3, 545-553.
- Van Ruth, S.M., Roozen, J.P., Jansen, F.J.H.M. (2000): Aroma profiles of vegetable oils varying in fatty acid composition vs. concentrations of primary and secondary lipid oxidation products. *Nahrung*, 44: 318–322.
- Varga, M., Vujičić, B. (2008a): Tehnološki postupak proizvodnje mlevene začinske paprike, *Tehnologija hrane*, Internet magazin.
- Varga, M., Vujičić, B. (2008b): Paprika, *Tehnologija hrane*, Internet magazin.
- Vina, S.Z., Cerimele, E.L. (2009): Quality changes in fresh chives (*Allium schoenoprasum* L.) during refrigerated storage. *Journal of Food Quality*, Vol. 32, Issue 6, 747–759.
- Viñas, P., Campillo, N., Córdoba, M.H. (1992): Direct determination of tocopherols in paprika and paprika oleoresin by liquid chromatography. *Microchimica Acta*, Vol. 106, No. 3-6, 293-302.
- Wangensteen, H., Samuelsen, A.B., Malterud, K.E. (2004): Antioxidant activity in extracts from coriander. *Food Chemistry*, Vol. 88, No. 2, 293-297.

Weber, N.D., Anderson, D.O., North, J.A., Murray, B.K., Lawson, L.D., Hughes, B.G. (1992): In vitro virucidal activity of *Allium sativum* (garlic) extract and compounds. *Planta Medica*, 58, 417–423.

www.gfk.rs

Yildiz, F. (2010): *Advances in Food Biochemistry*. CRC Press: Copyright © Taylor & Francis Group LLC

Youngs, C.G., Perlin, A.S. (1967): Fe(II)-catalyzed decomposition of sinigrin and related thioglycosides. *Canadian Journal of Chemistry*, Vol. 45, 1804.

Yousif, A.N., Scaman, C.H., Durance, T.D., Girard, B. (1999): Flavor Volatiles and Physical Properties of Vacuum-Microwave- and Air-Dried Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (11), 4777–4781.

Ziino, M., Condurso, C., Romeo, V., Tripodi, G., Verzera, A. (2009): Volatile compounds and capsaicinoid content of fresh hot peppers (*Capsicum annuum* L.) of different Calabrian varieties, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Vol. 89, Issue 5, 774–780.

Zrybko, C.L., Rosen, R.T. (1997): Determination of Glucosinolates in Mustard by High-Performance Liquid Chromatography—Electrospray Mass Spectrometry. *Spices*, Chapter 11, 125-137, ACS Symposium Series, Vol. 660.

Zwaving, J.H., Bos, R. (1992): Analysis of the Essential Oils of Five *Curcuma Species*. *Flavour and Fragrance Journal*, Vol. 7, Issue 1, 19–22.

Prilog 1. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja mlevene bele slačice pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

Prilog 2. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja inaktivisane mlevene bele slačice pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

Prilog 3. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja bele slačice u znu pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

Prilog 4. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja kurkume pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	10 000	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	50	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 5. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja korijandera pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	18 600	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	100	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 6. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja pimenta pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	12 000	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	150	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 7. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja vlašca pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	1200	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 8. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja sterilizovanih iglica mirođije pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	0	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 9. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja bosiljka pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	1500	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	50	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 10. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja peršuna pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	2000	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	50	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 11. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja đumbira u prahu pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	30000	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	150	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 12. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja belog luka u prahu pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	2000	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 13. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja crnog luka u prahu pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	8000	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 14. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja paradajza u prahu pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	0	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	150	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 15. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja slatke začinske paprike pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	2700	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 16. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja ekstrakta spanaća pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

Prilog 17. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja sterilizovanih ljuspica paprike pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	0	100 000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	1000
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,1 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,1 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,1 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,1 g (cm ³)	0	0

Prilog 18. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja oleorezina ljute paprike pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	0	1000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	100
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

Prilog 19. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja Chilli paprike pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	0	100000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	1000
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

Prilog 20. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja arome mirođije pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	0	1000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	100
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

Prilog 21. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja arome Grill pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	0	1000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	100
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

Prilog 22. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja arome Barbecue pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	0	1000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	100
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

Prilog 23. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja arome Chilli pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	0	1000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	100
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

Prilog 24. Rezultati mikrobiološkog ispitivanja arome Hot pepper pre početka proizvodnje

Ispitivanje	Broj mikroorganizama	Dozvoljen broj mikroorganizama
Ukupan broj bakterija u 1 g (cm ³)	0	1000
Ukupan broj plesni i kvasaca u 1 g (cm ³)	0	100
Lipolitičke bakterije u 0,01 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Salmonella</i> vrsta u 25 g (cm ³)	0	0
Koagulaza pozitivne Stafilokoke u 0,01 g (cm ³)	0	0
Sulfitoredukujuće klostridije u 0,01 g (cm ³)	0	0
<i>Proteus</i> vrste u 0,001 g (cm ³)	0	0
Prisustvo <i>Escherichia coli</i> u 0,001 g (cm ³)	0	0

BIOGRAFIJA AUTORA

Dragana M. Paunović je rođena 08.01.1972. godine u Zemunu, opština Zemun. Osnovnu i srednju školu je završila u Zemunu. Osnovne studije je završila 1997. godine na Poljoprivrednom fakultetu, Univerziteta u Beogradu, na odseku Prehrambena tehnologija biljnih proizvoda sa prosečnom ocenom za vreme studiranja 8,83. Na Poljoprivrednom fakultetu je zaposlena od 1998. godine i to kao stručni saradnik u periodu 1998-2001. godine, a 2001. god. je birana u zvanje asistenta-pripravnika. Doktorske studije je upisala 2006. godine na studijskom programu Prehrambena tehnologija. U zvanje asistenta birana je 2010. godine za užu naučnu oblast Nauka o konzervisanju, u kom se i danas nalazi. Autor je jednog rada objavljenog u naučnom časopisu sa SCI liste, autor je i koautor 13 objavljenih i saopštenih naučnih radova.

Изјава о ауторству

Потписани-а Пауновић Драгана
Број индекса или пријаве докторске дисертације 06/4

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом:

ОПТИМИЗАЦИЈА ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА ПРОИЗВОДЊЕ
СЕНФА СА СТАЊОВИШТА СТВАРАЊА АРОМАТСКОГ КОМПЛЕКСА

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена докторска дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 07.06.2012.

Пауновић Драгана

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторске дисертације

Име и презиме аутора ДРАГАНА ПАУНОВИЋ
Број индекса или пријаве докторске дисертације 06/4
Студијски програм ПРЕХРАМБЕНА ТЕХНОЛОГИЈА
Наслов докторске дисертације ОПТИМИЗАЦИЈА ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА ПРОИЗВОДЊЕ
СЕЖА СА СТАКОВИЦА СТВРАЊА АРХИТЕКТУРНОГ КОМПЛЕКСА
Ментор ПРОФ. ДР МАМИЈА АНТИЋ

Потписани/а ДРАГАНА ПАУНОВИЋ

Изјављујем да је штампана верзија моје докторске дисертације истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

У Београду, 07.06.2012.

Потпис докторанда

Драгана Пауновић

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

ОПТИМИЗАЦИЈА ТЕХНОЛОШКОГ ПОСТУПКА ПРОИЗВОДЊЕ
СЕНФА СА СТАНОВИШТА СТВАРАЊА АРМАТСКОГ КОМПЛЕКСА

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на крају).

У Београду, 07.06.2012.

Потпис докторанда

Маријелет Јрговић