

# Usporedba hlapljivih spojeva dalmatinske pancete, istarske pancete i schwarzwaldske slanine

---

**Bujas, Toni**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Split, Faculty of Chemistry and Technology / Sveučilište u Splitu, Kemijsko-tehnološki fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:167:871849>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-02**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of chemistry and technology - University of Split](#)



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**

**USPOREDBA HLAPLJIVIH SPOJEVA DALMATINSKE  
PANCETE, ISTARSKE PANCETE I  
SCHWARZWALDSKE SLANINE**

**DIPLOMSKI RAD**

**TONI BUJAS**

**Matični broj: 42**

**Split, prosinac 2022.**



**SVEUČILIŠTE U SPLITU**  
**KEMIJSKO-TEHNOLOŠKI FAKULTET**  
**DIPLOMSKI STUDIJ PREHRAMBENE TEHNOLOGIJE**

**USPOREDBA HLAPLJIVIH SPOJEVA DALMATINSKE  
PANCETE, ISTARSKE PANCETE I  
SCHWARZWALDSKE SLANINE**

**DIPLOMSKI RAD**

**TONI BUJAS**

**Matični broj: 42**

**Split, prosinac 2022.**

**UNIVERSITY OF SPLIT**  
**FACULTY OF CHEMISTRY AND TECHNOLOGY**  
**GRATUATE STUDY OF FOOD TECHNOLOGY**

**COMPARISON OF THE VOLATILE COMPOUNDS OF  
DALMATIAN PANCETA, ISTRIAN PANCETA AND  
SCHWARZWALD BACON**

**MASTERS THESIS**

**TONI BUJAS**

**Parent number: 42**

**Split, December 2022.**

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

### DIPLOMSKI RAD

Sveučilište u Splitu

Kemijsko – tehnološki fakultet Split

Diplomski studij prehrambene tehnologije

**Znanstveno područje:** Biotehničke znanosti

**Znanstveno polje:** Prehrambena tehnologija

**Tema rada je** je prihvaćena na 26. Sjednici Fakultetskog vijeća Kemijsko – tehnološkog fakulteta.

**Mentor:** doc.dr.sc.Zvonimir Marijanović

### USPOREDBA HLAPLJIVIH SPOJEVA DALMATINSKE PANCETE, ISTARSKE PANCETE I SCHWARZWALDSKE SLANINE

**Toni Bujas, 42**

**Sažetak:** U ovom radu analiziran je kemijski sastav hlapljivih spojeva dalmatinske i istarske pancete te schwarzwaldske slanine. Hlapljivi spojevi izolirani su mikroekstrakcijom vršnih para na krutoj fazi (HS-SPME) korištenjem plavog i sivog vlakna. Analiza izoliranih hlapljivih spojeva uzoraka provedena je metodom plinske kromatografije – spektrometrije masa (GC-MS). Dobiveni rezultati ukazuju kako različiti postupci prerade i proizvodnje utječu na različitost u sastavu hlapljivih aromatskih spojeva analiziranih proizvoda.

**Ključne riječi:** panceta, hlapljivi spojevi, plavo i sivo vlakno, HS-SPME, GC-MS

**Rad sadrži:** 36 stranica, 19 slika, 7 tablica, 24 literaturne reference

**Jezik izvornika:** hrvatski

#### **Sastav Povjerenstva za obranu:**

1. izv.prof.dr.sc. Sanja Perinović Jozić

predsjednik

2. doc.dr.sc. Mladenka Šarolić

član

3. doc.dr.sc. Zvonimir Marijanović

mentor

**Datum obrane:** 20.12. 2022.

**Rad je u tiskanom i elektroničkom (pdf format) obliku** pohranjen u Knjižnici Kemijsko-tehnološkog fakulteta Split, Ruđera Boškovića 35.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

MASTERS THESIS

**University of Split**  
**Faculty of Chemistry and Technology Split**  
**Graduate study Food Technology**

**Scientific area:** Biotechnical sciences

**Scientific field:** Food Technology

**Thesis subject** was approved by Faculty Council of Faculty of Chemistry and Technology. Session no 26.

**Mentor:** Zvonimir Marijanović, PhD, assistant prof.

### COMPARISON OF THE VOLATILE COMPOUNDS OF DALMATIAN PANCETA, ISTRIAN PANCETA AND SCHWARZWALD BACON

**Toni Bujas, 42**

**Abstract:** In this paper, the chemical composition of the volatile compounds of Dalmatian and Istrian pancetta and Schwarzwald bacon was analyzed. Volatile compounds were isolated by solid phase peak vapor microextraction (HS-SPME) using blue and gray fibers. The analysis of the isolated volatile compounds of the samples was performed using the gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) method. The obtained results indicate that different processing and production processes affect the difference in the composition of volatile aromatic compounds of the analyzed products.

**Keywords:** panceta, volatile compounds, blue and gray fiber, HS-SPME, GC-MS

**Thesis contains:** 36 pages, 19 pictures, 7 tables, 24 references

**Original in:** Croatian

**Defence committee:**

- |   |              |
|---|--------------|
| 1.Sanja Perinović Jozić, PhD, associate prof. | chair person |
| 2.Mladenka Šarolić, PhD, assistant prof.      | member       |
| 3. Zvonimir Marijanović, PhD, assistant prof. | supervisor   |

**Defence date:** 20.12. 2022.

**Printed and electronic (pdf format) version of thesis is deposited in** Library of Faculty of Chemistry and Technology Split, Ruđera Boškovića 35.

Diplomski rad je izrađen u Zavodu za Prehrambenu tehnologiju i biotehnologiju, Kemijsko-tehnološkog fakulteta u Splitu pod mentorstvom doc. dr. sc. Zvonimira Marijanovića, u razdoblju od veljače do listopada 2022. godine.



*Zahvaljujem se mentoru profesoru doc.dr.sc. Zvonimiru Marijanoviću na pomoći tijekom izrade i pisanja ovog diplomskog rada. Hvala svim profesorima koji su nesebično dijelili svoja znanja i iskustva kroz sve ove godine studiranja. Hvala i mojoj obitelji koji su mi bili podrška kroz cijelo ovo vrijeme.*

## ZADATAK DIPLOMSKOG RADA

Zadatak diplomskog rada bio je odrediti kemijski sastav hlapljivih spojeva iz tri suhomesnata proizvoda i to: Dalmatinske pancete, Istarske pancete i Schwarzwaldska slanine.

U okviru zadanog zadatka diplomskog rada bilo je potrebno provesti sljedeće:

- Izolirati hlapljive spojeve iz uzoraka pomoću mikroekstrakcije vršnih para na krutoj fazi koristeći:
  - Plavo vlakno s ovojnicom polidimetilsiloksan/divinilbenzen (PDMS/DVB) dužine 5 cm
  - Sivo vlakno s ovojnicom divinilbenzen/karboksen/polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS) dužine 5cm
- Identificirati izolirane hlapljive spojeve primjenom vezanog sustava plinske kromatografije – spektrometrije masa (GC-MS) te usporediti dobivene rezultate.

## SAŽETAK

U ovom radu analiziran je kemijski sastav hlapljivih spojeva dalmatinske i istarske pancete te schwarzwaldske slanine. Hlapljivi spojevi izolirani su mikroekstrakcijom vršnih para na krutoj fazi (HS-SPME) korištenjem plavog i sivog vlakna. Analiza izoliranih hlapljivih spojeva uzoraka provedena je metodom plinske kromatografije – spektrometrije masa (GC-MS). Dobiveni rezultati ukazuju kako različiti postupci prerade i proizvodnje utječu na različitost u sastavu hlapljivih aromatskih spojeva analiziranih proizvoda.

**Ključne riječi:** panceta, hlapljivi spojevi, plavo i sivo vlakno, HS-SPME, GC-MS

## **SUMMARY**

In this paper, the chemical composition of the volatile compounds of Dalmatian and Istrian pancetta and Schwarzwald bacon was analyzed. Volatile compounds were isolated by solid phase peak vapor microextraction (HS-SPME) using blue and gray fibers. The analysis of the isolated volatile compounds of the samples was performed using the gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) method. The obtained results indicate that different processing and production processes affect the difference in the composition of volatile aromatic compounds of the analyzed products.

**Key words:** panceta, volatile compounds, blue and gray fiber, HS-SPME, GC-MS

# SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| UVOD .....  | 1  |
| 1. OPĆI DIO .....   | 3  |
| 1.1. DALMATINSKA PANCETA .....  | 3  |
| 1.2. ISTARSKA PANCETA .....   | 4  |
| 1.3. SCHWARZWALDSKA SLANINA.....  | 5  |
| 1.4. SOLJENJE I SALAMURENJE.....  | 6  |
| 1.5. DIMLJENJE MESA .....   | 7  |
| 1.6. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE PANCETE.....   | 10 |
| 1.7.1. MIKROEKSTRAKCIJA NA KRUTOJ FAZI.....   | 12 |
| 1.7.2.PLINSKA KROMATOGRAFIJA .....  | 12 |
| 1.7.3. SPEKTROMETRIJA MASA.....   | 13 |
| 2. EKSPERIMENTALNI DIO .....  | 15 |
| 2.1. MATERIJAL .....  | 15 |
| 2.2. IZOLACIJA HLAPLJIVIH SPOJEVA MIKROEKSTRAKCIJOM VRŠNIH PARA NA<br>KRUTOJ FAZI.....                        | 16 |
| 2.3. ANALIZA HLAPLJIVIH SPOJEVA VEZANIM SUSTAVOM PLINSKA<br>KROMATOGRAFIJA – SPEKTROMETRIJA MASA (GC-MS)..... | 18 |
| 3. REZULTATI .....  | 20 |
| 3.1.PRIKAZ REZULTATA.....   | 20 |
| 4. RASPRAVA.....  | 30 |
| 5. ZAKLJUČAK.....   | 33 |
| 6. LITERATURA .....   | 35 |

## UVOD

Uzgoj svinja u Hrvatskoj ima dugu tradiciju što dokazuju tri autohtone pasmine svinja, Turopoljska, Crna slavonska (fajferica) i Banijska šara. Isto tako dominantne pasmine svinja su Landras, Veliki Yorkshire i Duroc kako u Hrvatskoj tako i u cijelom svijetu. Među prvim pisanim podacima o svinjogojstvu, soljenju, sušenju i dimljenju svinjskog mesa na prostorima Dalmacije točnije dijelu drniškog prostora u srednjem vijeku navode se u Statutu grada Šibenika (‘Knjiga statuta zakona i reformacije grada Šibenika’, Tisak Nikole Moretti, 1608., str. 53. Prilog 6). Početci ozbiljnije proizvodnje pršuta, vezani su za 20. stoljeće i početak rada Poljoprivredno industrijskog kombinata (PIK) Petrovo polje 1966. godine. Iste godine otvorena je klaonica s pogonom za preradu suhomesnatih proizvoda, namijenjena poglavito proizvodnji drniških pršuta(1).

Suhomesnati proizvodi proizvode se soljenjem ili salamurenjem, sušenjem ili termičkom obradom, uz ili bez dimljenja(2).

Panceta je trajni suhomesnati proizvod dobiven soljenjem, hladnim dimljenjem, sušenjem na zraku i polaganim zrenjem mesnatijeg dijela svinjske potrbušine s kožom(3).

Mesnata slanina koja se koristi za proizvodnju „Dalmatinske pancete“ dio je grudnog koša svinja s pripadajućim dijelom potrbušine(4). U trenutku stavljanja na tržište proizvod treba zadovoljavati kriterije vanjskog izgleda, presjeka, okusa i arome. Kroz povijest u Dalmaciji gotovo da nije bilo imanja koje se nije bavilo tradicionalnim sušenjem mesa bilo za prodaju ili za vlastitu uporabu kroz čitavu godinu. Karakteristike i prepoznatljivost samog proizvoda ovise prije svega o klimatskim uvjetima, kvaliteti sirovine te čestim izmjenama toplog i vlažnog juga te hladne i jake bure. Srednje temperature zraka (siječanj od 3 – 9°C, travanj od 10 – 15°C, srpanj od 22 – 26°C, listopad od 13 – 18°C) također pogoduju tradicionalnom sezonskom soljenju i sušenju mesa u Dalmaciji. Slični proizvodi proizvode se i u drugim dijelovima svijeta, ali se razlikuje sama sirovina kao i tehnološki postupci prerade sirovine. Sličan trajni proizvod je i istarska panceta koja se proizvodi bez dimljenja, suhim salamurenjem smjesom krupne soli (70%) i sitne morske soli (30%)(5). Značajan utjecaj na sastav hlapljivih aromatičnih spojeva suhomesnatih proizvoda pripisuje se nizu operacija u tehnološkom

procesu proizvodnje među kojima svakako treba istaknuti dimljenje koje je karakteristično za proizvodnju dalmatinske pancete. Naime upotreba dima u proizvodnji mesnih proizvoda ima daleku povijest i jednostavno je postalo pravo umijeće pravilno upotrijebiti odgovarajući dim. Kako se proizvodnja dimljene pancete kroz dugi niz godina prenosila s generacije na generaciju proizvodnja se usavršavala te je Dalmacija danas poznata po proizvodima od sušenog svinjskog mesa poput pancete, pršuta, pečenice...

Cilj ovog rada je izolirati hlapljive spojeve iz uzorka dalmatinske pancete, istarske pancete i schwarzwaldske slanine mikroekstrakcijom vršnih para na krutoj fazi koristeći plavo i sivo vlakno, te izolirane spojeve analizirati vezanim sustavom plinske kromatografije – spektrometrije masa (GC-MS).

# 1. OPĆI DIO

## 1.1. DALMATINSKA PANCETA

U Dalmaciji su pršut kao najpoznatiji trajni proizvod svinjskog mesa od davnina poznate panceta i pečenica. Geografski prostor karakterističan za proizvodnju "Dalmatinske pancete" obuhvaća čitavu Dalmaciju, koja se prostire na površini od oko 12.260 km<sup>2</sup>. To područje omeđeno je planinskim nizovima Velebita, Dinare i Kamešnice, dok je prema jugoistoku prirodna granica manje izražena i nalazi se u neposrednom zaobalju uskog priobalnog pojasa. Sediment vapnenca, vapneno-dolomitne stijene i dolomit od kojih je sastavljena obalna zona Dalmacije imaju izraziti karakter krša. To područje karakterizira vrlo specifična klima, koja je rezultat ispreplitanja i međusobnog djelovanja više različitih tipova klime. Osim prirodnih karakteristika područja vrlo je važno i poznavanje tradicionalnih znanja i vještina same proizvodnje proizvoda. Naime, prvi pisani tragovi o uzgoju i preradi svinja spominju se u Statutu grada Šibenika iz 1608. godine u 40. poglavlju pod naslovom " O cijeni svježeg i soljenog mesa prasaca i prasica" gdje se navodi definicija sušenog svinjskog mesa(6).



**Slika 1.** Dalmatinska panceta(7)



Dalmatinska panceta trajni je suhomesnati proizvod pravokutnog oblika sa ili bez jasno vidljivih mjesta na kojima su bila rebra, koji se proizvodi od obrađene mesnate slanine svinja, postupcima soljenja ili salamurenja, hladnog dimljenja te sušenja i zrenja. Koža je tvrda i bez većih nabora, dok je boja vanjske površine proizvoda svijetlosmeđa do tamnosmeđa. Proizvod je čvrste, elastične konzistencije i kompaktne strukture, na presjeku se jasno vidi muskulatura crvene boje koja prožima masno tkivo koje je bijele do ružičaste boje, a na rubovima proizvoda masno tkivo može biti svijetlo žućkaste boje kao posljedica dimljenja. Panceta je blago slankastog okusa, meka, topljiva i sočna u ustima dok je aroma svojstvena aromi trajnih suhomesnatih proizvoda od svinjskog mesa uz blago izraženu aromu po dimu.

## 1.2. ISTARSKA PANCETA

Proizvod sličan dalmatinskoj panceti je istarska panceta koja se proizvodi bez dimljenja, suhim salamurenjem, smjesom krupne soli (70%) i sitne morske soli (30%)(5). Istarska panceta proizvodi se od pomno birane svinjske slanine s visokim udjelom mesa, začinjena prirodnim začinima: morskom solju, crnim paprom, lovorom i češnjakom. Suši se na zraku, bez dimljenja, najmanje dva mjeseca što čini glavnu razliku u procesu proizvodnje u usporedbi s dalmatinskom pancetom.



**Slika 2.** Istarska panceta(8)

### 1.3. SCHWARZWALDSKA SLANINA

Schwarzwaldska slanina mora biti proizvedena na području Schwarzwalda, šumsko-brdskom području u jugozapadnoj Njemačkoj. Za pripremu slanine prvo se meso ručno soli te premazuje češnjakom, korijanderom, crnim paprom i borovicom. Dva tjedna treba ostati usoljena, a daljnja dva tjedna treba biti u komori za dimljenje. Nakon toga se slanina dimi na hladnom u posebnim komorama nad svježim drvom jele i smreke iz Schwarzwalda i to tri tjedna na temperaturi od 25°C. To joj daje karakterističan, snažan miris i tipičnu tamno smeđu boju kore. Po završetku dimljenja slanina prolazi proces sušenja i zrenja dva do tri tjedna na zraku.



**Slika 3.** Schwarzwaldska slanina(9)

## 1.4. SOLJENJE I SALAMURENJE

Soljenje i salamurenje su oblici konzerviranja mesa pomoću kojih se sprječava razvoj štetnih mikroorganizama te se na taj način meso čuva od kvarenja. Pri tome se naravno utječe i na promjenu određenih svojstava. Važno je znati odrediti duljinu trajanja faze soljenja odnosno kada je najbolje vrijeme za vađenje mesa iz soli ili salamure da se ne bi dogodilo da je panceta preslana, a opet da je dovoljno slana da je zaštiti od kvarenja. Razlika između soljenja i salamurenja je u tome što se pod soljenjem misli na konzerviranje pomoću kuhinjske soli, a postupak salamurenja osim kuhinjske soli obuhvaća i druge sastojke kao što su voda, nitriti, nitrati, šećeri, askorbinska kiselina, začini i drugi sastojci(10). Kuhinjska sol za soljenje i salamurenje mesa mora sadržavati najmanje 95% NaCl u suhoj tvari i ne više od 5% vode. Da bi sol imala sposobnost da iz mesa oduzima vodu treba je upotrijebiti u količini većoj od 5% na količinu mesa. Za suho soljenje mesa najprikladnija je grubo, zrnata, kristalna sol dok je za pripremu vlažne salamure prikladnija usitnjena sol, a sam proces traje od 15 do 50 dana ovisno o veličini komada koje se usoljava.

Vrlo važni sastojci pripreme salamure su nitrati i nitriti pomoću kojih se dobiva crvena boja mesa. Nitrati se upotrebljavaju u količini od 0,3 do 10% na količinu kuhinjske soli ili od 0,1 do 4% na količinu salamure ili pak od 0,04 do 1,5 % na količinu mesa. Od nitrita upotrebljava se natrij-nitrit u količini od 0,015- do 0,1% na količinu mesa.

Uloga šećera za pripremu salamure vrlo je važna jer njegova nazočnost omogućava lakše prodiranje soli u dublje dijelove mesa. Najčešće je to glukoza u količini od 0,20 do 0,25% na količinu mesa. Ukoliko bi količine bile veće mogla bi se promijeniti organoleptička svojstva mesa u smislu pojave sive boje mesa i kiselog mirisa.

Askorbinska kiselina ubrzava proces salamurenja te igra veliku ulogu za crvenu boju mesa. Upotrebljava se u količini od 0,3% na količinu mesa.

Začini se pak dodaju prema želji, a najčešće su to mljevena ljuta ili slatka paprika, papar, lovor, češnjak ili neki drugi začin.

Naime, dobra salamura odgovorna je kako za poželjnu boju proizvoda tako i za njegovu aromu. Salamurenje se mora odvijati u optimalnim uvjetima, čistim prostorijama, bez stranih mirisa i prirodnog izvora svjetlosti pri temperaturi od 4°C do 10°C, relativne vlažnosti zraka od 85% do 90%. Optimalni uvjeti osiguravaju selekciju pridošlih mikroorganizama u salamuru, koče njihovo razmnožavanje i ograničavaju aktivnost njihovih enzima u salamuri. Djelovanje mikroorganizama i enzima ne smiju prijeći granice aktivnosti koje uzrokuju kvarenje salamure. Do kvarenja salamure dolazi zbog smanjenja optimalnih i povećanja nepoželjnih uvjeta. Pokvarena salamura zaudara na trulež, plijesan ili čak na amonijak. Salamura s manjom koncentracijom soli ima bljutav okus, a sa većom koncentracijom soli uvijek ima slan okus.

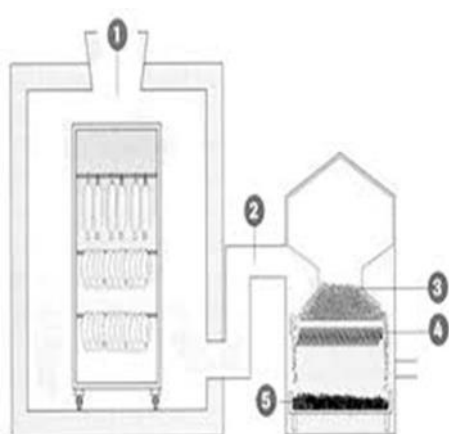
Isto tako pH-vrijednost normalne salamure mora biti oko 6,5 jer ukoliko je manja od 5,8 ili veća od 6,8 pobuđuje sumnju na kvarenje, a ako je manja od 5,5 i veća od 7 govori se o pokvarenoj salamuri(10).

Soljenje i sušenje mesa radi čuvanja mesa u Dalmaciji odvija se od davnina jer su stalno imali dostupnu morsku sol i povoljne klimatske uvjete, a to je uvelike pridonijelo razvoju tradicionalnih suhomesnatih proizvoda poput pancete.

## **1.5. DIMLJENJE MESA**

U procesu prerade hrane dim se danas smatra prehrambenim aditivom, dok je svrha njegove prvotne uporabe bila prije svega zaštita od kvarenja i oksidacije. Sastav dima ovisi prije svega o vrsti drveta. Najčešće se upotrebljava drvo jasena, bukve, graba i hrasta, dok se drvo jele, smreke, bora i ostalih četinjača ne upotrebljava zbog sadržaja i izgaranja smole zbog čega bi meso poprimilo neugodan miris. Najvažniji sastojci dima koji imaju najveći utjecaj na proizvode od mesa su fenoli, organske kiseline i karbonilni spojevi, od kojih se većina nalazi u plinovitoj fazi dima. Karakteristična aroma i boja dimljenog mesa velikim dijelom potječe od fenolnih spojeva, siringola i gvajakola koji nastaju iz lignina. U postupku pirolize drveta na temperaturi od 160 do 250°C nastaju alifatske karboksilne kiseline i karbonilni spojevi važni za stvaranje karakteristične boje dimljenog mesa. Na temperaturi između 250 i 300°C nastaju uglavnom organske kiseline i karbonilni spojevi, a na temperaturi između 300 i 550°C, nastaju fenolni spojevi koji su integralni dio okusa i arome po dimu(11).

Optimalna temperatura sagorijevanja drveta je između 350 i 500°C, a niže i više temperature uzrokuju značajno povećanje koncentracije neželjenih tvari u dimu koje u dimljenom mesu ostavljaju rezidue opasne po ljudsko zdravlje (policiklički aromatski ugljikovodici, osobito benzo(a)piren i dibenzo(a,I)piren te još 14 spojeva iz ove skupine). Kemijski spojevi formaldehidi, laktoni i više od 20 različitih fenola, među kojima i gvajakol (okus po dimu), 4-metil gvajakol i siringol (aroma po dimu), primarno su odgovorni za stvaranje arome i okusa svojstvenih dimljenom mesu(10). Prije upotrebe, drvo bi trebalo navlažiti vodom da ne bi došlo do prebrzog izgaranja, a pri tome male količine dima. Komora za dimljenje s generatorom na sporo izgaranje prikazana je na slici 4.



1. Odvod zraka
2. Dimovod u komori za dimljenje
3. Miješalica ili tresilica
4. Automatski upaljač
5. Prostor za skupljanje izgorjene piljevine

**Slika 4.** Komora za dimljenje s generatorom na sporo izgaranje (piroliza) piljevine i drvnog otpada (12)

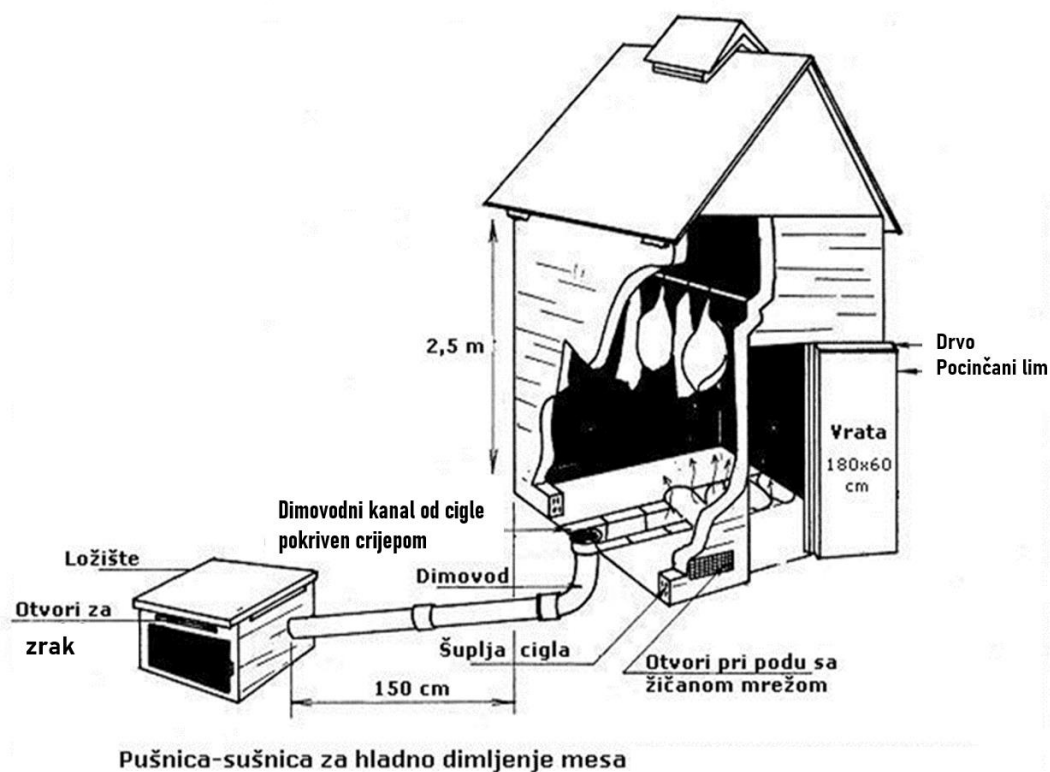
U praksi su uobičajena tri načina dimljenja: hladni, umjereno topli i vrući postupak. Tehnološki normativ za pancetu kao suhomesnati proizvod prikazan je u tablici 1.

**Tablica 1.** Tehnološki normativ hladnog postupka dimljenja(10)

| POSTUPAK DIMLJENJA | TEMPERATURA °C | VRIJEME            | RELATIVNA VLAGA | VRSTA PROIZVODA |
|--------------------|----------------|--------------------|-----------------|-----------------|
| HLADNI             | 16-25          | 1 ILI VIŠE TJEDANA | -               | PANCETA         |

Način dimljenja i temperatura dima značajno utječu na sastav hlapljivih spojeva arome, ali i na boju „Dalmatinske pancete“. Naime, u postupku pirolize drveta na niskim temperaturama nastaju alifatske karboksilne kiseline i karbonilni spojevi od kojih potječe karakteristična boja pancete.

Prilikom dimljenja komore za dimljenje ne smiju biti prepunjene. Komora može biti zidana šupljom opekom na način da se može koristiti ložište unutar pušnice ili izvan povezano s komorom preko dimnjaka.



**Slika 5.** Komora izrađena od šuplje opeke(10)

Obzirom da bi temperatura u postupku dimljenja trebala biti od 16 do 25°C pušnica bi trebala biti izgrađena od šuplje opeke debljine 25 cm. U stropu treba ostaviti otvor i staviti cijev za odvod dima i vlage. Na otvorima za dovod zraka postavlja se mreža koja sprječava ulazak kukaca i glodavaca. Također trebaju biti ugrađeni zatvarači koji reguliraju dovod zraka, a za to može poslužiti i obična opeka koja se prislanja na otvor.

Dim prvenstveno ima dva učinka u proizvodnji:

- Antimikrobni učinak – baktericidan utjecaj uslijed više čimbenika (temperatura, dehidracija površine, antimikrobni učinak sastojaka dima). Brojna istraživanja su

dokazala negativan učinak dima na mikroorganizme zbog složenog kemijskog sastava, međutim svi mehanizmi djelovanja nisu u potpunosti otkriveni. Fenoli imaju sposobnost denaturacije bjelančevina i stvaranja ruptura staničnih membrana što može dovesti do smrti stanice ili sprječavanja njenog razmnožavanja (13).

- Antioksidativni učinak – pretpostavlja se da fenoli imaju najizraženiji antioksidativni učinak, među kojima su najvažniji 4-metoksifenol, 4-etil-2-metoksifneol i 4-propenil-2-metoksifenol (14). Proces dimljenja onemogućava rast i razvoj bakterija uslijed učinka topline, sušenja, snižavanja vlage, pada pH vrijednosti i antimikrobnih sastojaka dima.

## 1.6. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE PANCETE

Panceta je trajni suhomesnati proizvod pravokutnog oblika, koji se proizvodi od obrađene mesnate slanine svinja, postupcima soljenja ili salamurenja, hladnog dimljenja, te sušenja i zrenja, i na kraju skladištenja gotovog proizvoda što je i shematski prikazano na slici 6.

1. **Izvor sirovine:** proizvod iz kontroliranog uzgoja, veterinarski pregledan i rashlađen dio grudnog koša svinja s pripadajućim dijelom potrbušine.

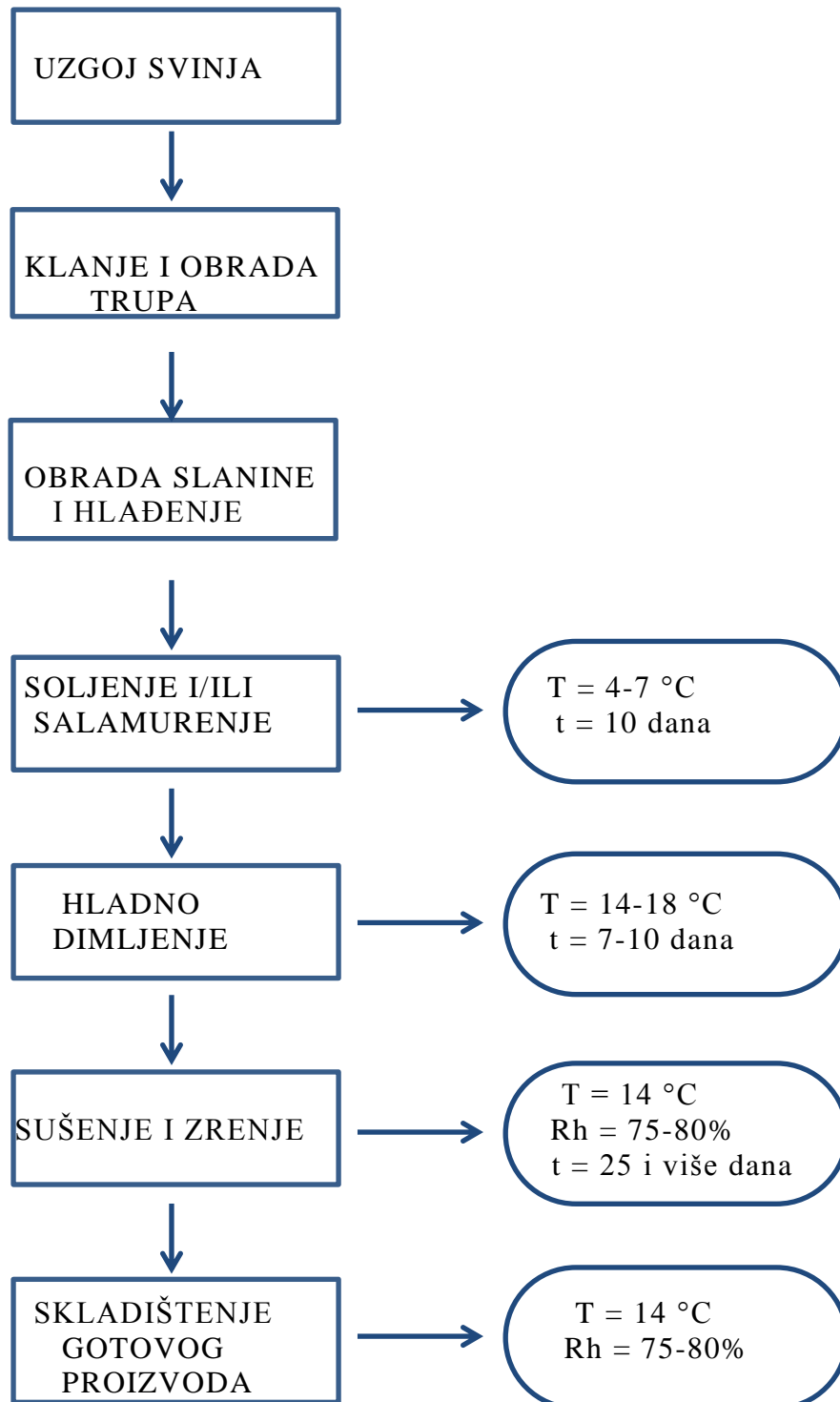
2. **Obrada slanine i hlađenje:** koristi se rashlađena mesnata slanina svinja zaklanih najmanje 24 i najviše 120 sati prije početka soljenja ili salamurenja.

3. **Soljenje ili salamurenje:** soljenje obrađene mesnate slanine obavlja se čistom morskom ili kamenom soli, a suho salamurenje mješavinom morske ili kamene soli i nitritne ili nitratne soli sa ili bez drugih dozvoljenih aditiva i začina. Temperatura u sredini mesnate slanine prije soljenja/salamurenja treba iznositi od 0 do +7°C. Postupak se odvija najmanje 4, a najviše 10 dana u hladnim prostorijama do najviše 7°C. Nakon soljenja se odstranjuje višak soli.

4. **Hladno dimljenje:** sušenje se obavlja u prostorijama za sušenje i dimljenje na temperaturama 14 do 18 °C u trajanju 7 do 10 dana.

5. **Sušenje i zrenje:** nakon dimljenja slijedi završna faza proizvodnje, a to je sušenje i zrenje koja traje 25 i više dana na temperaturama u prosjeku 14 °C i pri relativnoj vlažnosti zraka (Rh) 75 do 80 %.

**6. Skladištenje i pakiranje proizvoda:** Proizvod može biti cijeli, u komadima ili u narescima. Čuva se u suhoj, hladnoj prostoriji na temperaturi od 14 °C, te prilikom izlaska na tržište mora biti provjerena kvaliteta i sukladnosti gotovog proizvoda te datum i masa gotovog proizvoda.



**Slika 6.** Shematski prikaz proizvodnje dimljene suhe pancete(15)

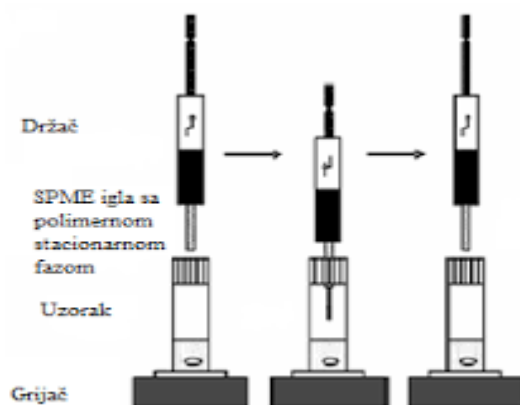


## 1.7. ANALIZA HLAPLJIVIH SPOJEVA

Aroma je kombinacija mirisa, okusa i osjećaja punoće u ustima registrirana od strane osjetila mirisa i okusa. Analiza hlapljivih spojeva provodi se jednom od najkorištenijih tehnika u laboratorijima, a to je plinska kromatografija s masenom spektrometrijom GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*)(16), čime se određuje kvalitativna i kvantitativna analiza sastojaka u smjesi.

### 1.7.1. MIKROEKSTRAKCIJA NA KRUTOJ FAZI

Mikroekstrakcija na krutoj fazi (SPME, Solid-phase microextraction) obično se koristi u kombinaciji s GC-MS tehnikom. To je metoda koja ne koristi otapalo i uspješno se primjenjuje za izolaciju velikog broja hlapljivih spojeva. Aparatura za SPME izgleda kao modificirna šprica koja se sastoji od nosača, igle i SPME vlakna (slika 7). SPME vlakno je tanko optičko vlakno obavijeno polimernim filmom koji apsorbira i koncentrira organske spojeve. Polarna vlakna se koriste za polarne spojeve, a nepolarna vlakna za nepolarne spojeve(17).



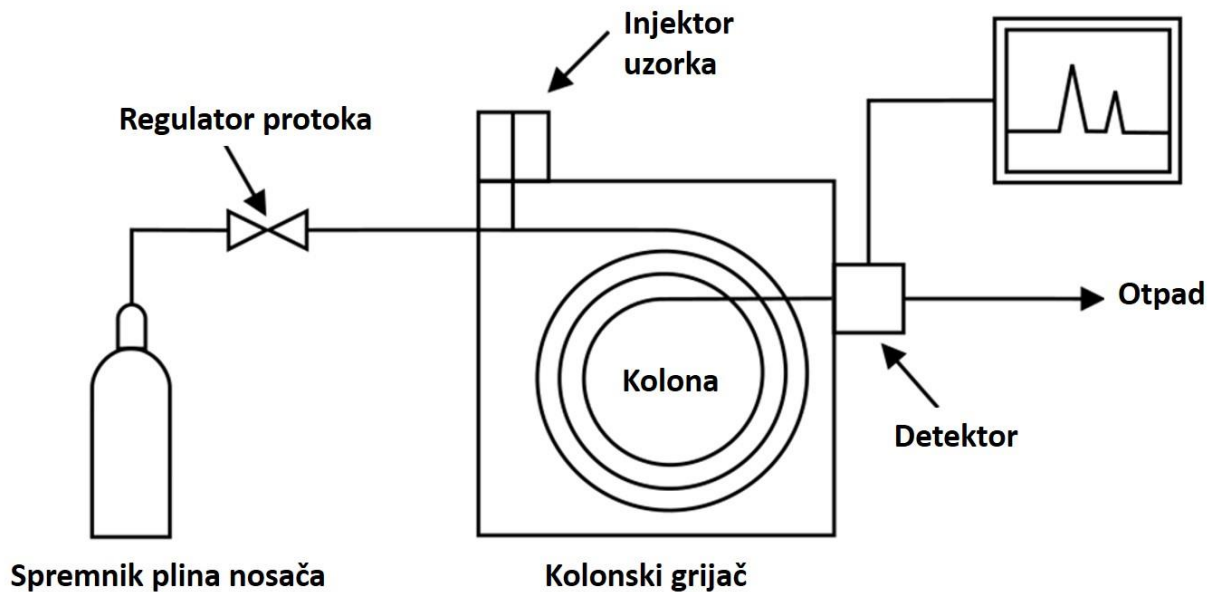
**Slika 7.** Aparatura za mikroekstrakciju vršnih para na krutoj fazi (HS-SPME)(18)

### 1.7.2. PLINSKA KROMATOGRAFIJA

Analiza započinje plinskim kromatografom koji se sastoji od injekcijskog bloka, kromatografske kolone na kojoj se vrši odvajanje sastojaka smjese, do detektora i računala.

Uzorci moraju biti hlapljivi i stabilni na temperaturi zagrijavanja kromatografske kolone. Kao mobilna faza (plin nosač) najčešće se upotrebljavaju helij, dušik, vodik te smjesa argona i metana. Izbor plina ovisi od uzorka i detektora, a najviše se koristi helij. Uzorak se unosi pomoću injektora te putem grijanog sustava za

uštrcavanje, ispari te nošen plinom prelazi u kolone (injektor ima ulogu da pretvori uzorak u plinovito stanje i pomiješa ga sa mobilnom fazom). Mjesto unošenja uzorka je grijano na oko 50°C iznad temperature vrelišta najmanje hlapljivog sastojka. Molekule se zadržavaju u koloni, a zatim silaze sa kolone u različito vrijeme, a to omogućuje spektrometru mase nizvodno da hvata, ionizira, ubrzava, odbija i zasebno detektira ionizirane molekule (slika 8).



**Slika 8.** Plinski kromatograf(19)

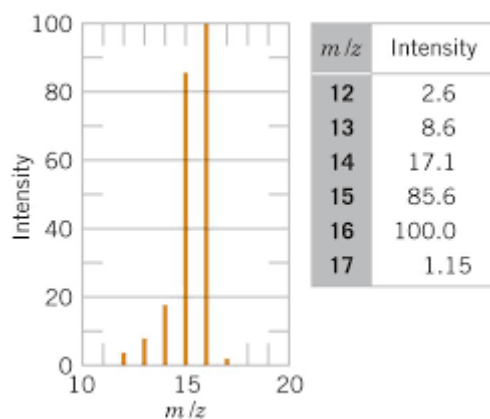
Za kvalitetnu kvalitativnu i kvantitativnu analizu od velike je važnosti i pravilan izbor detektora. Neki od najvažnijih vrsta GC detektora su:

- plamenoizolacijski detektor (engl. "Flame Ionization Detector", FID)
- detektor toplinske vodljivosti (engl. "Thermal Conductivity Detector", TCD)
- fotoizolacijski detektor (engl. "Photo-ionization Detector", PID)
- detektor apsorpcije elektrona (engl. "Electron Capture Detector", ECD).

### 1.7.3. SPEKTROMETRIJA MASA

Spektrometrija masa je metoda kojom se analiziraju molekule na temelju njihove mase (i naboja). Prvi korak pri analizi molekula je ionizacija molekula u ionizatoru. Nastali ioni se provode kroz analizator, koji razdvaja ione u prostoru i/ili vremenu. Iz analizatora, ioni idu na detektor gdje proizvode električni signal

koji se može registrirati na pisaču, računalu ili na nekom drugom uređaju. Spektrometar masa se sastoji od komore za bombardiranje, u koju se unosi mala količina uzorka u plinovitom stanju. Unutrašnjost je pod vakuumom što omogućava ionima prelazak od izvora do senzora bez sudara sa drugim molekulama. Elektronska ionizacija (EI) koristi snop brzih elektrona, kojima se bombardiraju molekule u plinskoj fazi. Elektronski snop se proizvodi pomoću filameta (katode) zagrijanog na visoku temperaturu provođenjem struje kroz njega. Elektroni koji izađu iz filameta, ubrzavaju se prema pozitivno nabijenoj anodi. Variranjem potencijala između katode i anode, varira i energija elektrona, a time i učinkovitost fragmentacije. Elektronska ionizacija obično jako fragmentira molekule analita. Signal elektronskim sustavom biva zabilježen u računalu i na taj način se dobiva spektar masa koji se prikazuje kao linijski dijagram s odnosom relativnog intenziteta i omjera mase i naboja fragmenta (slika 9).



**Slika 9.** Primjer spektra masa(20)

Tumačenje samog fragmentiranja važno je za dokazivanje spoja(21).

## **2. EKSPERIMENTALNI DIO**

### **2.1. MATERIJAL**

Kemijska analiza provedena u svrhu identifikacije hlapljivih aromatičnih spojeva pancete/slanine provedena je na tri komercijalna uzorka kupljena na tržištu Republike Hrvatske (dalmatinska panceta, istarska panceta i schwarzwaldska slanina).

#### **DALMATINSKA PANCETA**

**Sastojci:** svinjska potrbušina bez rebara, morska sol, konzervansi: natrijev nitrit

**Hranjiva vrijednost:** (Ø/100g)

**Energija:** 2256kJ/546kcal

**Masti:** 51,80g od kojih zasićene masne kiseline 22,10g

**Ugljikohidrati:** 1,00g od kojih šećeri < 0,50g

**Bjelančevine:** 19,00g

**Sol:** 4,90g

#### **SCHWARZWALDSKA SLANINA**

**Sastojci:** svinjsko meso, jodirana kuhinjska sol, kalijev jodat, začini, dekstroza, konzervansi: natrijev nitrat, kalijev nitrat, dimljeno prirodnim dimom.

**Hranjiva vrijednost:** (Ø/100g)

**Energija:** 977kJ/234kcal

**Masti:** 14,00g od kojih zasićene masne kiseline 6,00g

**Ugljikohidrati:** 1,00g od kojih šećeri 0,80g

**Bjelančevine:** 26,00g

**Sol:** 4,75g

#### **ISTARSKA PANCETA**

**Sastojci:** svinjska potrbušina bez rebara, kuhinjska sol, šećer, dekstroza, začini  
konzervansi: natrijev nitrit, kalijev nitrat

**Hranjiva vrijednost:** (Ø/100g)

**Energija:** 1490kJ/358kcal

**Masti:** 26,90g od kojih zasićene masne kiseline 11,70g

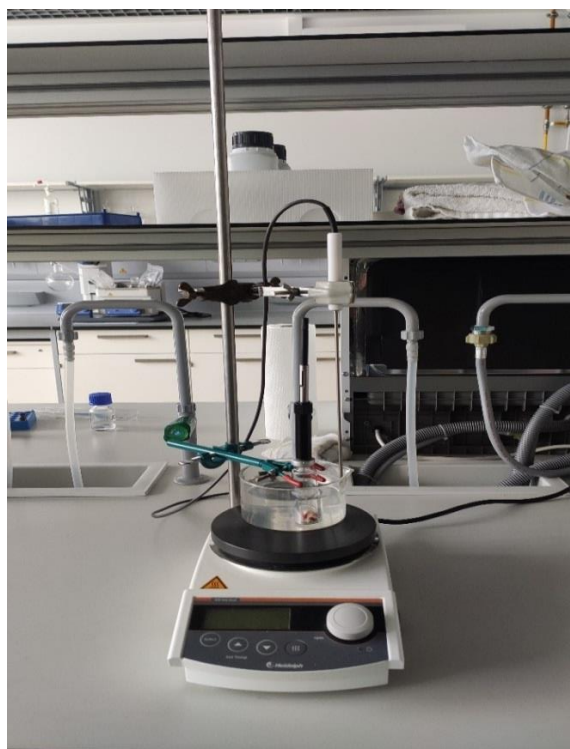
**Ugljikohidrati:** < 0,50g od kojih šećeri < 0,50g

**Bjelančevine** 25,60g

**Sol:** 4,00g

## **2.2. IZOLACIJA HLAPLJIVIH SPOJEVA MIKROEKSTRAKCIJOM VRŠNIH PARA NA KRUTOJ FAZI**

1g uzorka pancete/slanine i 3 ml zasićene vodene otopine Na Cl-a stavi se u staklenu posudu od 20 ml. Posuda se hermetički zatvori teflonskom PTFE/silikon septom te postavi u vodenu kupelj (40 °C), a sadržaj u njoj se miješa upotrebom magnetske miješalice (Heidolph MR Her-Standard (100-1400 o/min) s termostatom Heidolph EKT 3001, Njemačka). Na (slici 10) prikazana je korištena aparatura za mikroekstrakciju vršnih para na krutoj fazi (HS-SPME).



**Slika 10.** Aparatura za mikroekstrakciju vršnih para na krutoj fazi (HS-SPME)

Prije upotrebe, u skladu s uputama proizvođača (Supelco Co., SAD), vlakna se kondicioniraju. Nakon kondicioniranja, vlakna su odmah korištena za ekstrakciju vršnih para uzoraka.

Vlakna za ekstrakciju vršnih para uzoraka pancete/slanine s obzirom na ukupni broj identificiranih spojeva u vršnim parama:

- Svijetlo plavo vlakno s ovojnicom 85  $\mu\text{m}$  karboksen/polidimetilsiloksan (Carboxen/PDMS) dužine 5 cm (Supelco Co., SAD), Slika 11.
- Sivo vlakno s ovojnicom 50/30  $\mu\text{m}$  divinilbenzen/karboksen/polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS) dužine 5 cm (Supelco Co., SAD), Slika 12.



**Slika 11.** Svijetlo plavo vlakno polidimetilsiloksan/divinilbenzen (PDMS/DVB)



**Slika 12.** Sivo vlakno divinilbenzen/karboksen/polidimetilsiloksan (DVB/CAR/PDMS)

Nakon kondicioniranja uzorka (15 min), SPME igla je postavljena u posudu, a vlakno se izvlači te se provodi ekstrakcija vršnih para u vremenu od 120 min, uz konstantnu brzinu miješanja (1000 o/min). Nakon uzorkovanja, SPME vlakno je vraćeno u iglu, izvučeno iz posude i odmah postavljeno u GC-MS injektor (250

°C, 7 min), gdje je provedena toplinska desorpcija ekstrahiranih spojeva izravno u GC kolonu.

### 2.3. ANALIZA HLAPLJIVIH SPOJEVA VEZANIM SUSTAVOM PLINSKA KROMATOGRAFIJA – SPEKTROMetriJA MASA (GC-MS)

Analiza izoliranih hlapljivih spojeva uzoraka pancete/slanine provedena je vezanom metodom plinske kromatografije-spektrometrije masa (GC-MS) korištenjem plinskog kromatografa model 8890 A, u kombinaciji s masenim detektorom 5977 E, spojen na računalo (Slika 13).



**Slika 13.** Vezani sustav plinska kromatografija-spektrometrija masa (GC-MS)

Karakteristike kolone HP-5MS:

- stacionarna faza – (5% fenil)-metilpolisiloksan
- promjer – 0,25 mm
- duljina – 30 m
- debljina sloja stacionarne faze – 0,20  $\mu\text{m}$

Uvjeti rada plinskog kromatografa za HP-5MS kolonu su:

- temperaturni program kolone: 2 min izotermno na 70 °C, zatim porast temperature od 70 °C do 200 °C za 3 °C min<sup>-1</sup>
- *solvent delay*: 3 min (vrijeme u kojem izlazi otapalo, a „solvent delay“ se koristi samo u slučaju kada su analizirani ekstrakti s otapalom)
- temperatura injektora: 250 °C

- omjer cijepanja je 1 : 50
- količina injektiranog uzorka: 1  $\mu\text{L}$
- plin nositelj: helij s protokom 1  $\text{mLmin}^{-1}$ .

Uvjeti rada spektrometra masa:

- energija ionizacije: 70 eV
- temperatura ionskog izvora: 280  $^{\circ}\text{C}$
- interval snimanja masa: 30-350 masenih jedinica

Za svaki analizirani uzorak, kao rezultat GC-MS analize dobiveni su sljedeći podaci:

- kromatogram ukupne ionske struje
- naziv spoja ili spojeva čiji spektar ili spektri su najbližiji spektru nepoznate komponente pojedinog pika iz kromatograma ukupne ionske struje; sličnosti spektara koji se uspoređuju izraženi su vjerojatnošću u postocima
- vrijeme zadržavanja pojedine komponente
- relativni udio pojedine komponente izražen u postocima.

Injektiranje uzoraka provedeno je ručno pomoću držača za HS-SPME.



## **3. REZULTATI**

### **3.1.PRIKAZ REZULTATA**

Hlapljivi spojevi dalmatinske i istarske pancete te schwarzwaldske slanine analizirani su vezanim sustavom plinska kromatografija – spektrometrija masa (GC-MS) s dva različita vlakna (sivo vlakno i plavo vlakno). Dobiveni rezultati prikazani su u tablicama (tablica 2, 3, 4, 5, 6 i 7) te u obliku kromatograma (slika 14, 15, 16, 17, 18, 19) na temelju čega se može vidjeti da različiti postupci prerade kao što su soljenje, dimljenje, uporaba aditiva, začina te sama duljina procesa prerade kao i klimatski utjecaji utječu na sastav hlapljivih spojeva arome.

## DALMATINSKA PANCETA

**Tablica 2.** Sastav i udio hlapljivih spojeva u uzorku dalmatinske pancete izoliranih HS-SPME metodom (sivo vlakno s DVB/CAR/PDMS ovojnicom)

| <b>Red. broj</b>                    | <b>RI</b> | <b>Spoj</b>           | <b>Udio (%)</b>      |
|-------------------------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| 1.                                  | <900      | etil-acetat           | 4,93                 |
| 2.                                  | <900      | butanal               | 6,74                 |
| 3.                                  | <900      | 3-metilbutanal        | 2,21                 |
| 4.                                  | <900      | pentanal              | 1,76                 |
| 5.                                  | <900      | heksanal              | 21,77                |
| 6.                                  | 903       | heptanal              | 4,04                 |
| 7.                                  | 961       | hept-2-enal           | 3,57                 |
| 8.                                  | 967       | benzaldehyd           | 4,46                 |
| 9.                                  | 980       | fenol                 | 3,14                 |
| 10.                                 | 1004      | oktanal               | 3,31                 |
| 11.                                 | 1048      | 2-fenilacetaldehyd    | 4,04                 |
| 12.                                 | 1057      | 2-metilfenol          | 2,23                 |
| 13.                                 | 1060      | okt-2-enal            | 2,07                 |
| 14.                                 | 1074      | 4-metilfenol          | 2,38                 |
| 15.                                 | 1091      | 2-metoksifenol        | 3,20                 |
| 16.                                 | 1107      | nonanal               | 8,13                 |
| 17.                                 | 1150      | 1,2-dimetoksibenzen** | 3,46                 |
| 18.                                 | 1161      | non-2-enal            | 1,96                 |
| 19.                                 | 1181      | terpinen-4-ol         | 4,56                 |
| 20.                                 | 1243      | 3,4-dimetoksitoluen** | 2,84                 |
| 21.                                 | 1776      | teradekanska kiselina | 2,42                 |
| <b><i>Ukupno identificirano</i></b> |           |                       | <b><i>93,22%</i></b> |

RI-retencijski indeks na koloni HP-5MS

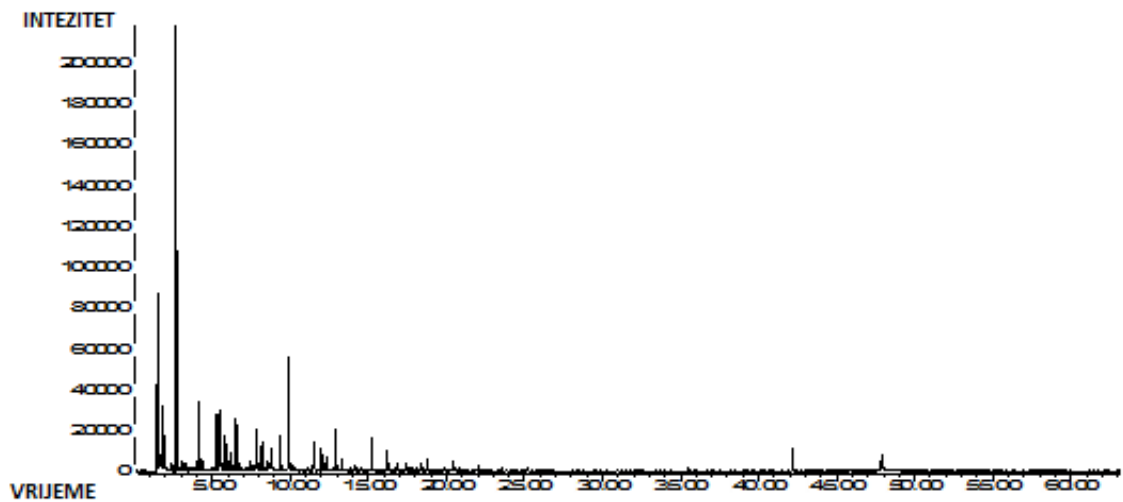
\*\*-točan isomer nije identificiran

**Tablica 3.** Sastav i udio hlapljivih spojeva u uzorku dalmatinske pancete izoliranih HS-SPME metodom (plavo vlakno PDMS/DVB)

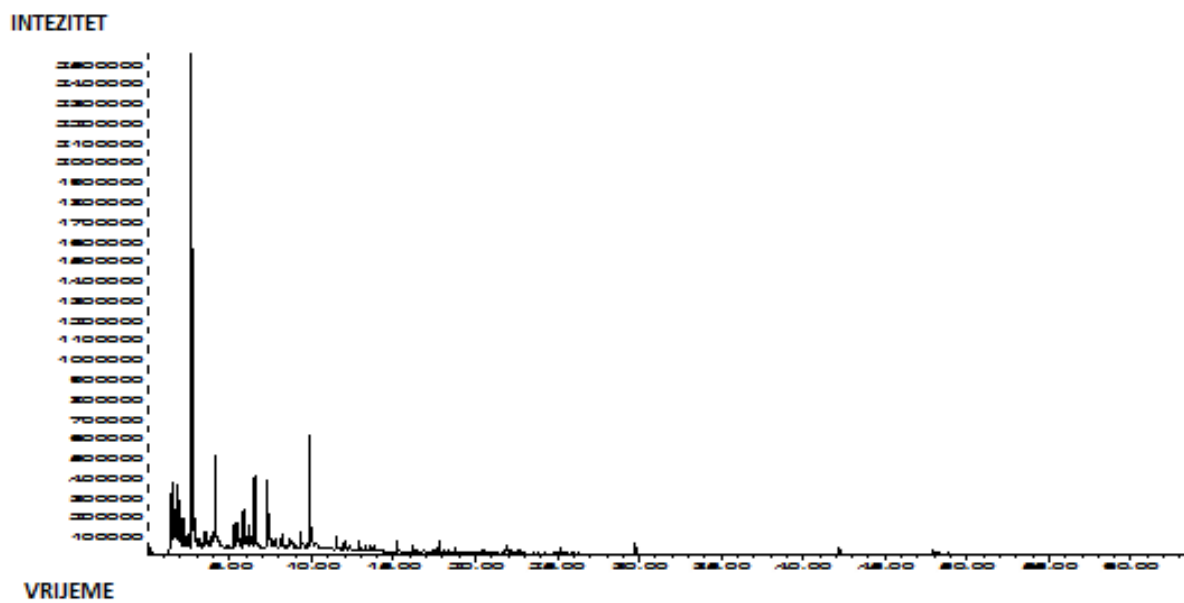
| <b>Red. broj</b>                    | <b>RI</b> | <b>Spoj</b>           | <b>Udio (%)</b>      |
|-------------------------------------|-----------|-----------------------|----------------------|
| 1.                                  | <900      | etil-acetat           | 3,46                 |
| 2.                                  | <900      | butanal               | 4,08                 |
| 3.                                  | <900      | 3-metilbutanal        | 2,68                 |
| 4.                                  | <900      | pentanal              | 3,32                 |
| 5.                                  | <900      | 3-metilbutan-1-ol     | 2,27                 |
| 6.                                  | <900      | pentan-1-ol           | 0,54                 |
| 7.                                  | <900      | toluen                | 0,54                 |
| 8.                                  | <900      | heksanal              | 25,20                |
| 9.                                  | 903       | heptanal              | 4,21                 |
| 10.                                 | 961       | hept-2-enal           | 1,86                 |
| 11.                                 | 967       | benzaldehyd           | 2,23                 |
| 12.                                 | 969       | heptan-1-ol           | 0,80                 |
| 13.                                 | 981       | okt-1-en-3-ol         | 2,91                 |
| 14.                                 | 993       | 2-pentilfuran         | 1,76                 |
| 15.                                 | 1004      | oktanal               | 4,73                 |
| 16.                                 | 1033      | 2-etilheksan-1-ol     | 4,48                 |
| 17.                                 | 1035      | limonen               | 2,66                 |
| 18.                                 | 1045      | benzil-alkohol        | 2,35                 |
| 19.                                 | 1048      | 2-fenilacetaldehyd    | 0,73                 |
| 20.                                 | 1057      | 2-metilfenol          | 0,58                 |
| 21.                                 | 1060      | okt-2-enal            | 1,11                 |
| 22.                                 | 1073      | oktan-1-ol            | 0,37                 |
| 23.                                 | 1091      | 2-metoksifenol        | 0,94                 |
| 24.                                 | 1107      | nonanal               | 8,13                 |
| 25.                                 | 1150      | 1,2-dimetoksibenzen** | 1,23                 |
| 26.                                 | 1161      | non-2-enal            | 0,73                 |
| 27.                                 | 1181      | terpinen-4-ol         | 0,74                 |
| 28.                                 | 1243      | 3,4-dimetoksitoluen** | 1,11                 |
| 29.                                 | 1300      | tridekan              | 0,90                 |
| <b><i>Ukupno identificirano</i></b> |           |                       | <b><i>86,65%</i></b> |

RI-retencijski indeks na koloni HP-5MS

\*\*-točan isomer nije identificiran



**Slika 14.** Kromatogram ukupne ionske struje dalmatinske pancete izoliranih pomoću sivog vlakna



**Slika 15.** Kromatogram ukupne ionske struje dalmatinske pancete izoliranih pomoću plavog vlakna

## SCHWARZWALDSKA SLANINA

**Tablica 4.** Sastav i udio hlapljivih spojeva u uzorku schwarzwaldske slanine izoliranih HS-SPME metodom (sivo vlakno s DVB/CAR/PDMS ovojnicom)

| Red. broj                           | RI   | Spoj                   | Udio (%)             |
|-------------------------------------|------|------------------------|----------------------|
| 1.                                  | <900 | dialil-disulfid*       | 12,55                |
| 2.                                  | <900 | etil-acetat            | 3,90                 |
| 3.                                  | <900 | butanal                | 7,03                 |
| 4.                                  | <900 | heksanal               | 1,29                 |
| 5.                                  | <900 | 2-furanmetanol         | 0,64                 |
| 6.                                  | 969  | benzaldehyd            | 1,38                 |
| 7.                                  | 980  | fenol                  | 3,82                 |
| 8.                                  | 1004 | oktanal                | 1,71                 |
| 9.                                  | 1035 | limonen                | 1,83                 |
| 10.                                 | 1057 | 2-metilfenol           | 2,49                 |
| 11.                                 | 1077 | 3-metilfenol           | 3,41                 |
| 12.                                 | 1091 | 2-metoksifenol         | 14,04                |
| 13.                                 | 1102 | linalol                | 2,82                 |
| 14.                                 | 1107 | nonanal                | 8,29                 |
| 15.                                 | 1152 | 2,4-dimetilfenol       | 0,59                 |
| 16.                                 | 1194 | 2-metoksi-4-metilfenol | 16,82                |
| 17.                                 | 1281 | 2-metoksi-4-etilfenol  | 4,24                 |
| <b><i>Ukupno identificirano</i></b> |      |                        | <b><i>86,85%</i></b> |

RI-retencijski indeks na koloni HP-5MS

\*-spoj uvjetno identificiran (samo analizom spektara masa)

\*\*-točan isomer nije identificiran

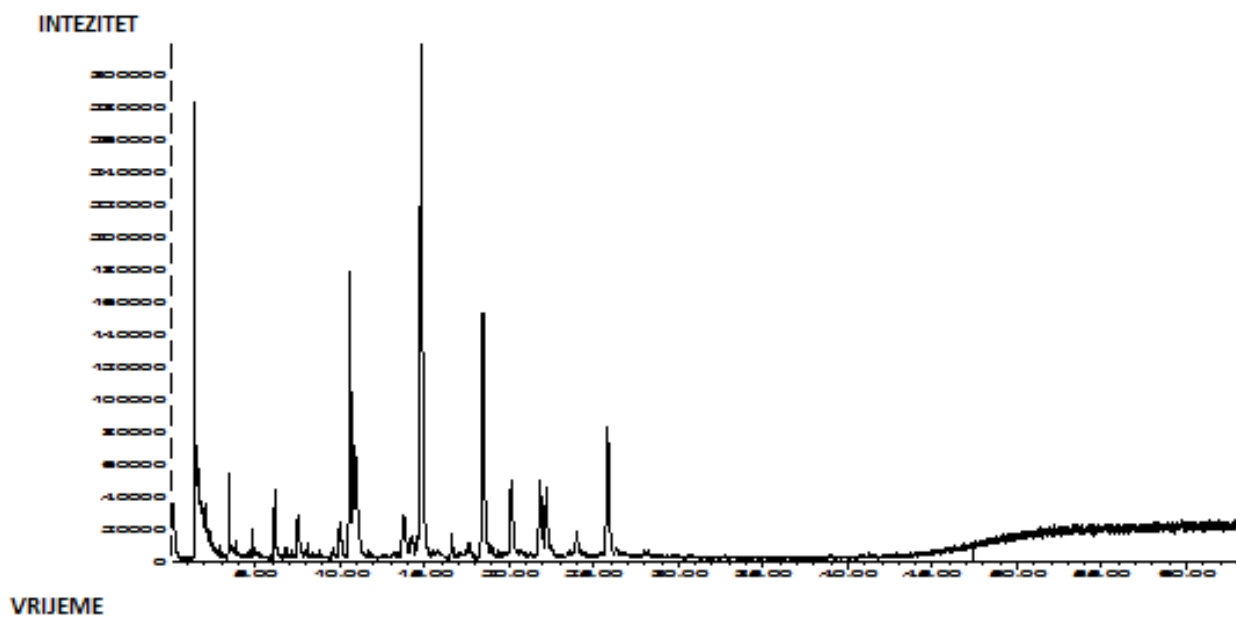
**Tablica 5.** Sastav i udio hlapljivih spojeva u uzorku schwarzwaldske slanine izoliranih HS- SPME metodom (plavo vlakno s PDMS/DVB ovojnicom)

| Red. broj                           | RI   | Spoj                                  | Udio (%)             |
|-------------------------------------|------|---------------------------------------|----------------------|
| 1.                                  | <900 | dialil-disulfid*                      | 6,38                 |
| 2.                                  | <900 | etil-acetat                           | 0,41                 |
| 3.                                  | <900 | butanal                               | 1,17                 |
| 4.                                  | <900 | toluen                                | 0,50                 |
| 5.                                  | <900 | heksanal                              | 1,60                 |
| 6.                                  | <900 | 2-furanmetanol                        | 0,60                 |
| 7.                                  | 903  | heptanal                              | 0,86                 |
| 8.                                  | 914  | 2-acetilfuran                         | 0,47                 |
| 9.                                  | 934  | $\alpha$ -pinen                       | 0,71                 |
| 10.                                 | 978  | sabinen                               | 2,36                 |
| 11.                                 | 982  | $\beta$ -pinen                        | 0,46                 |
| 12.                                 | 1004 | oktanal                               | 0,91                 |
| 13.                                 | 1029 | <i>p</i> -cimen                       | 0,61                 |
| 14.                                 | 1034 | 2-etil-heksan-1-ol                    | 0,42                 |
| 15.                                 | 1035 | limonen                               | 5,36                 |
| 16.                                 | 1057 | 2-metilfenol                          | 0,66                 |
| 17.                                 | 1074 | 4-metilfenol                          | 0,46                 |
| 18.                                 | 1091 | 2-metoksifenol                        | 4,75                 |
| 19.                                 | 1092 | $\alpha$ -terpinolen                  | 1,40                 |
| 20.                                 | 1107 | nonanal                               | 3,54                 |
| 21.                                 | 1181 | terpinen-4-ol                         | 0,41                 |
| 22.                                 | 1194 | 2-metoksi-4-metilfenol                | 3,36                 |
| 23.                                 | 1444 | kumarin                               | 4,99                 |
| 24.                                 | 1981 | heksadekanska kiselina                | 6,15                 |
| 25.                                 | 2147 | ( <i>Z</i> )-oktadek-9-enska kiselina | 36,82                |
| <b><i>Ukupno identificirano</i></b> |      |                                       | <b><i>85,38%</i></b> |

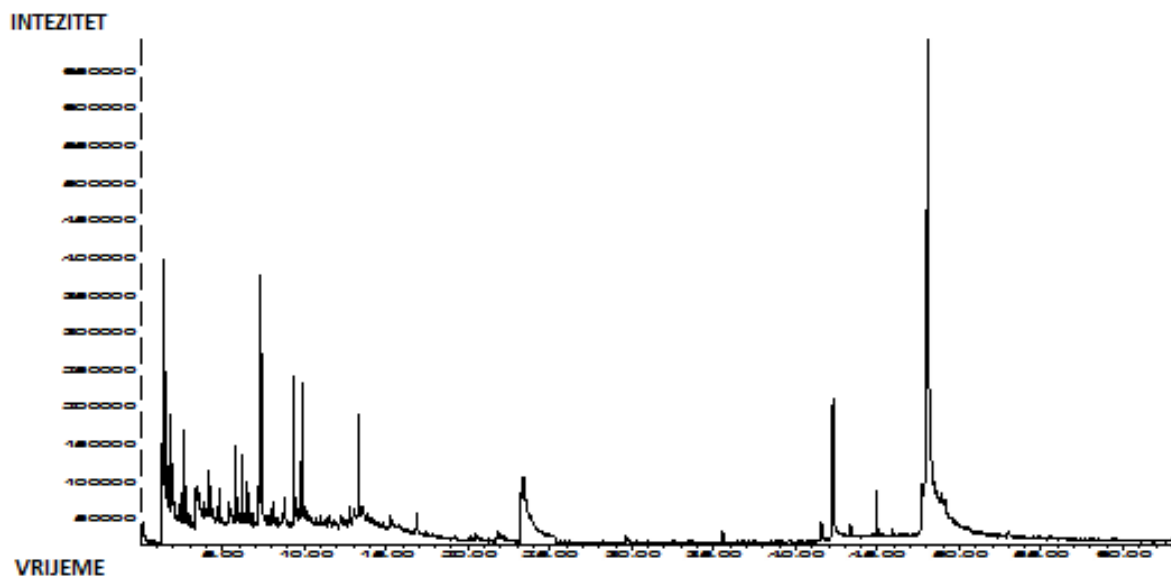
RI-retencijski indeks na koloni HP-5MS

\*-spoj uvjetno identificiran (samo analizom spektara masa)

\*\*-točan isomer nije identificiran



**Slika 16.** Kromatogram ukupne ionske struje schwarzwaldske slanine izoliranih pomoću sivog vlakna



**Slika 17.** Kromatogram ukupne ionske struje schwarzwaldske slanine izoliranih pomoću plavog vlakna

## ISTARSKA PANCETA

**Tablica 6.** Sastav i udio hlapljivih spojeva u uzorku istarske pancete izoliranih HS-SPME metodom (sivo vlakno s DVB/CAR/PDMS ovojnicom)

| Red. broj                           | RI   | Spoj                               | Udio (%)             |
|-------------------------------------|------|------------------------------------|----------------------|
| 1.                                  | <900 | dialil-disulfid*                   | 1,28                 |
| 2.                                  | <900 | etil-acetat                        | 4,88                 |
| 3.                                  | <900 | butanal                            | 4,17                 |
| 4.                                  | <900 | pentanal                           | 1,92                 |
| 5.                                  | 903  | heptanal                           | 0,86                 |
| 6.                                  | 961  | hept-2-enal                        | 1,03                 |
| 7.                                  | 967  | benzaldehyd                        | 3,67                 |
| 8.                                  | 985  | $\beta$ -pinen                     | 0,87                 |
| 9.                                  | 994  | $\beta$ -mircen                    | 1,37                 |
| 10.                                 | 1000 | dekan                              | 1,02                 |
| 11.                                 | 1004 | oktanal                            | 3,32                 |
| 12.                                 | 1015 | $\delta$ -3-karene                 | 4,73                 |
| 13.                                 | 1029 | <i>p</i> -cimen                    | 1,07                 |
| 14.                                 | 1035 | limonen                            | 6,40                 |
| 15.                                 | 1045 | benzil-alkohol                     | 4,39                 |
| 16.                                 | 1048 | 2-fenilacetaldehyd                 | 3,99                 |
| 17.                                 | 1091 | 2-metoksifenol                     | 1,30                 |
| 18.                                 | 1102 | linalol                            | 7,74                 |
| 19.                                 | 1107 | nonanal                            | 11,68                |
| 20.                                 | 1150 | 1,2-dimetoksibenzen**              | 1,66                 |
| 21.                                 | 1181 | terpinen-4-ol                      | 1,14                 |
| 22.                                 | 1200 | dekanal                            | 1,24                 |
| 23.                                 | 1421 | <i>trans</i> - $\beta$ -kariofilen | 19,78                |
| 24.                                 | 1981 | heksadekanska kiselina             | 1,60                 |
| <b><i>Ukupno identificirano</i></b> |      |                                    | <b><i>91,11%</i></b> |

RI-retencijski indeks na koloni HP-5MS

\*-spoj uvjetno identificiran (samo analizom spektara masa)

\*\*-točan isomer nije identificiran



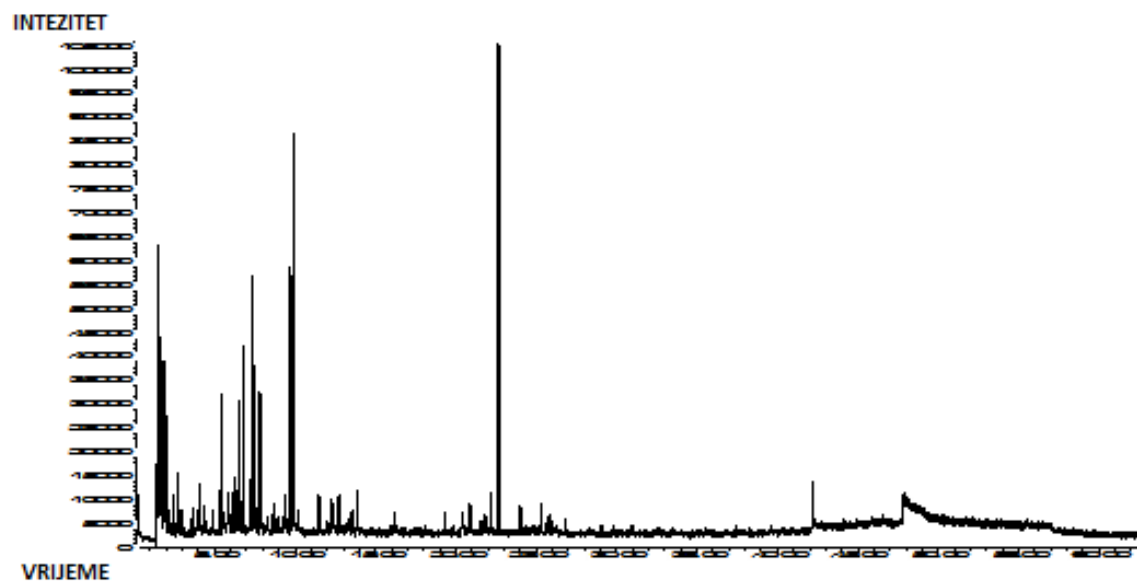
**Tablica 7.** Udio hlapljivih spojeva u uzorku istarske pancete izoliranih HS-SPME metodom (plavo vlakno s PDMS/DVB ovojnicom)

| <b>Red. broj</b>                    | <b>RI</b> | <b>Spoj</b>            | <b>Udio (%)</b>      |
|-------------------------------------|-----------|------------------------|----------------------|
| 1.                                  | <900      | dialil-disulfid*       | 9,54                 |
| 2.                                  | <900      | etil-acetat            | 8,09                 |
| 3.                                  | <900      | butanal                | 4,17                 |
| 4.                                  | <900      | heksanal               | 6,86                 |
| 5.                                  | 903       | heptanal               | 1,37                 |
| 6.                                  | 967       | benzaldehyd            | 2,28                 |
| 7.                                  | 1004      | oktanal                | 3,06                 |
| 8.                                  | 1033      | 2-etilheksan-1-ol      | 4,69                 |
| 9.                                  | 1035      | limonen                | 3,10                 |
| 10.                                 | 1039      | 1,8-cineol             | 4,37                 |
| 11.                                 | 1048      | 2-fenilacetaldehyd     | 6,95                 |
| 12.                                 | 1107      | nonanal                | 28,67                |
| 13.                                 | 1444      | kumarin                | 7,23                 |
| 14.                                 | 1981      | heksadekanska kiselina | 1,64                 |
| <b><i>Ukupno identificirano</i></b> |           |                        | <b><i>92,02%</i></b> |

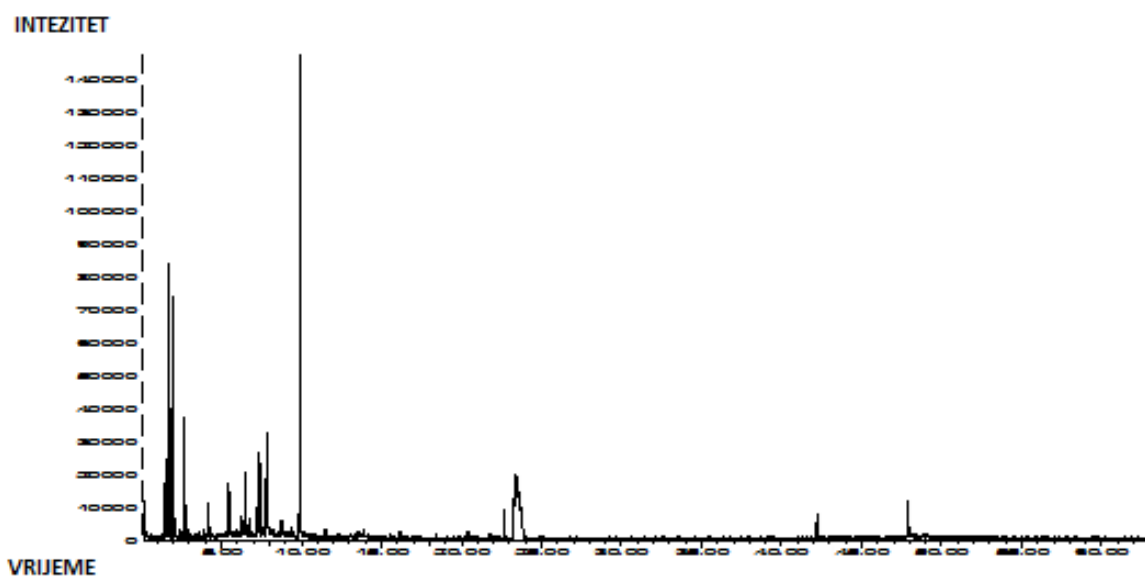
RI- retencijski indeks na koloni HP-5MS

\*- spoj uvjetno identificiran (samo analizom spectra masa)

\*\* - točan isomer nije identificiran



**Slika 18.** Kromatogram ukupne ionske struje istarske pancete izoliranih pomoću sivog vlakna



**Slika 19.** Kromatogram ukupne ionske struje istarske pancete izoliranih pomoću plavog vlakna

## 4. RASPRAVA

Cilj ovog rada bilo je istražiti hlapljive spojeve u proizvodima dalmatinske i istarske pancete te schwarzwaldske slanine te dobivene rezultate usporediti s obzirom na način proizvodnje. Hlapljivi spojevi izolirani su mikroekstrakcijom vršnih para na krutoj fazi korištenjem dva različita vlakna (sivo i plavo vlakno).

U uzorku dalmatinske pancete izoliran je 21 spoj što čini 93,22% svih izoliranih i identificiranih spojeva koji su izolirani pomoću sivog vlakna (DVB/CAR/PDHS), (tablica 2).

Pomoću plavog vlakna (PDMS/DVB) izolirano je 29 spojeva što čini 86,65% svih izoliranih i identificiranih spojeva (tablica 3).

Većina hlapljivih tvari koje nastaju tijekom preradbenog postupka rezultat su kemijske ili enzimske oksidacije nezasićenih masnih kiselina. Daljnjom interakcijom s proteinima, peptidima i slobodnim aminokiselinama čine arome suhomesnatih proizvoda(22).

Aldehidi imaju važnu ulogu u ukupnoj aromi pancete zbog niskog praga osjetljivosti i visokih koncentracija. Dakle radi se o organskim spojevima s jednovalentnom aldehidskom skupinom (-CHO), od kojih je u dalmatinskoj panceti najzastupljeniji heksanal (21,77%) izoliran sivim vlaknom te (25,20%) izoliran plavim vlaknom. Heksanal je tipičan aldehid koji nastaje oksidacijom linolne kiseline, a oktanal (3,31%) izoliran sivim vlaknom i (4,73%) plavim vlaknom te nonanal (8,13%) u oba slučaja kao drugi najzastupljeniji aldehid u dalmatinskoj panceti nastaje oksidacijom oleinske kiseline(23).

Ovi aldehidi najčešće doprinose ukupnom osjetu arome po slatkom, voćnom, zelenom lišću ili pokošenoj travi, pa čak i u većim koncentracijama daje na užegli i prodorni miris. Tu je još i benzaldehid (4,46%) izoliran sivim vlaknom te (2,23%) plavim vlaknom koji zbog niskog praga osjetljivosti doprinosi ukupnoj aromi s notama gorkog badema, koji isto tako može biti oštar i prodoran. Uz benzaldehid izoliran je i 3-metilbutanal (2,21%) sivim vlaknom i (2,68%) plavim vlaknom što je opet karakteristično za voćni miris ili miris po žiru.

Za aromu dima odgovorni su fenoli (3,14 %) izolirani sivim vlaknom, odnosno različiti derivati fenolnih spojeva. Najzastupljeniji su 2-metoksifenol (3,20%) izoliran sivim vlaknom te (0,94%) plavim vlaknom što je dokaz uporabe tvrdog drveta. 4-metilfenol (2,38%) izoliran je sivim vlaknom, dok upotrebom plavog vlakna nije identificiran. Uz navedene, tu je još 2-metilfenol izoliran (2,23%) sivim vlaknom i (0,58%) plavim vlaknom. Fenolni spojevi iz skupine metoksifenola doprinose aromi po dimu, paljevini i imaju antioksidativno i antimikrobno djelovanje.

Udio terpinena-4-ola od (4,56%) izoliran sivim vlaknom i (0,74%) plavim vlaknom upućuje na upotrebu začina, borovice, papra ili može biti podrijetlom iz stočne hrane.

U uzorku schwarzwaldske slanine izolirano je 17 hlapljivih spojeva što čini 86,85% svih izoliranih i identificiranih spojeva koji su izolirani pomoću sivog vlakna (DVB/CAR/PDHS), (tablica 4).

Pomoću plavog vlakna (PDMS/DVB) izolirano je 25 spojeva što čini 85,38% svih izoliranih i identificiranih spojeva (tablica 5).

Slično kao kod dalmatinske pancete i ovdje su prisutni spojevi aldehida, fenola te različitih derivata fenolnih spojeva što ukazuje na primjenu dimljenja u procesu proizvodnje ovog proizvoda. Za razliku od dalmatinske pancete u uzorku schwarzwaldske slanine izoliran je dialil- disulfid čiji je udio (6,38%), izoliran plavim vlaknom i (12,55%) sivim vlaknom što upućuje na upotrebu začina, posebice češnjaka. Od začina još su prisutni papar, borovica, korijander na što ukazuje prisustvo limonena (5,36%) izoliran plavim vlaknom i (1,83%) izoliran sivim vlaknom, zatim kumarina (4,94%) izoliranog samo plavim vlaknom. U uzorku schwarzwaldske slanine u udjelu od (36,82%) koji je izoliran plavim vlaknom ističe se (Z)-oktadek-9-enska kiselina i heksadekanska kiselina s udjelom od (6,15%) izolirana plavim vlaknom čije porijeklo je vjerojatno iz hrane kojom su se svinje hranile(24).

U uzorku istarske pancete izolirano je 24 spoja što čini 91,11% ukupno izoliranih spojeva izoliranih sivim vlaknom (tablica 6) te 14 spojeva što čini 92,02% izoliranih plavim vlaknom (tablica 7).

U uzorku istarske pancete za razliku od druge dvije ranije opisane nisu identificirani hlapljivi spojevi koji su karakteristični za aromu dimljenja što je bilo i za očekivati obzirom da operacija dimljenja nije sastavni dio tehnološkog procesa proizvodnje istarske pancete. Među hlapljivim spojevima istarske pancete ističu se aldehidi od kojih je najzastupljeniji nonanal (28,67%) izoliran plavim vlaknom te (11,68%) sivim vlaknom kojemu se pripisuje aroma slatkastog, voćnog te mirisa na pokošenu travu(23). U aromatičnom profilu istarske pancete ističu se terpeni što je bilo i za očekivati jer se u procesu proizvodnje upotrebljavaju začini. Među terpenima izoliranim plavim vlaknom ističu se trans –  $\beta$ -kariofilen (19,78%) koji upućuje na upotrebu lovora, kumarin (7,23%) korijandera te limonen (3,10%) crnog papra obzirom da je upravo ovo začinsko bilje karakteristično za proizvodnju istarske pancete. U uzorku istarske pancete identificiran je organosumporni spoj dialil-disulfid,(1,28%) izoliran sivim vlakom te (9,54%) plavim vlaknom koji potječe od češnjaka .

## 5. ZAKLJUČAK

Obzirom na rezultate ispitivanja hlapljivih spojeva pancete/slanine dobivenih u ovom radu mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Korištenjem sivog vlakna mikroekstrakcijom vršnih para na krutoj fazi u uzorku dalmatinske pancete izoliran je 21 hlapljivi spoj što čini 93,22% svih izoliranih i identificiranih spojeva, od kojih je najzastupljeniji heksanal (21,77%). U istom uzorku upotrebom plavog vlakna izolirano je 29 spojeva što čini 86,65% svih izoliranih i identificiranih spojeva od kojih je najzastupljeniji heksanal (25,20%).
- U uzorku schwarzwaldske slanine korištenjem sivog vlakna izolirano je 17 hlapljivih spojeva što čini 86,85% svih izoliranih i identificiranih spojeva, od kojih je najzastupljeniji 2-metoksi-4-metilfenol (16,82%), dok je upotrebom plavog vlakna izolirano 25 spojeva što čini 85,38% svih izoliranih i identificiranih spojeva od kojih je najzastupljeniji (Z)-oktadek-9-enska kiselina (36,82%).
- Korištenjem sivog vlakna mikroekstrakcijom vršnih para na krutoj fazi u uzorku istarske pancete izolirano je 24 spoja što čini 91,11% svih izoliranih i identificiranih spojeva, od kojih je najzastupljeniji trans  $\beta$ -kariofilen (19,78%). U istom uzorku upotrebnom plavog vlakna izolirano je 14 spojeva što čini 92,02% svih izoliranih i identificiranih spojeva od kojih je najzastupljeniji nonanal (28,67%).
- Razlike u tehnološkom procesu proizvodnje dalmatinske i istarske pancete te schwarzwaldske slanine kao što su različiti postupci soljenja, korištenje aditiva i začina, duljina sušenja i zrenja, upotreba dimljenja i sl. bitno utječu na sastav hlapljivih aromatičnih spojeva ovih proizvoda.
- Sukladno navedenom, izolirani hlapljivi spojevi karakteristični za fazu dimljenja su identificirani u uzorku dalmatinske pancete (fenolni spojevi), dok su spojevi karakteristični za začinsko bilje identificirani u uzorku istarske pancete (terpeni). U uzorku schwarzwaldske slanine identificirani su hlapljivi spojevi karakteristične arome dima kao i spojevi koji su svojstveni pojedinom začinskom bilju.

- Dobiveni rezultati potvrđuju početnu pretpostavku kako različitost u tehnološkom procesu proizvodnje doprinosi i različitosti u aromatičnom profilu gotovih proizvoda.

## 6. LITERATURA

1. Petričević S. (2018), Karakterizacija dalmatinskog, drniškog, istarskog i krčkog pršuta, Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Zagreb, Doktorski rad
2. Kovačević D. (2001), Kemija i tehnologija mesa i ribe, Osijek, Grafika Osijek, 22-50
3. Mijukić P., Dalmatinska panceta, <https://web.archive.org/web/20200223083638/http://mijukic-prom.com/proizvodi/dalmatinska-panceta/> 23.02.2020.
4. Krvavica M., Đugum J., Kegalj A., Vrdoljak M. (2013), Dimljenje-postupci i učinci na mesne proizvode, MESO Vol XV No 3, 202-208
5. Božac R. (2006), Završno izvješće VIP projekta "Iskoristivost svinja za autohtone proizvode Istre", Ministarstvo poljoprivrede i šumarstva RH
6. Grubišić S. (1982), Knjiga statuta zakona i reformacije grada Šibenika. Tisak Nikole Moretti, 1608., 53
7. Dalmatinska panceta, <https://poljoprivreda.gov.hr/vijesti/dalmatinska-panceta-i-dalmatinska-pecenica-nova-dva-hrvatska-proizvoda-zasticenog-naziva-ueu/4444> 16.02.2021.
8. Istarska panceta, [https://www.muncanfoodcorp.com/muncan\\_product/istripanceta/](https://www.muncanfoodcorp.com/muncan_product/istripanceta/) 20.6.2022.
9. Schwarzwaldska slanina, [https://hr.wikipedia.org/wiki/Schwarzwaldska\\_slanina#/media/Datoteka:Schwarzwaldspeck.jpg](https://hr.wikipedia.org/wiki/Schwarzwaldska_slanina#/media/Datoteka:Schwarzwaldspeck.jpg) 18.11.2004.
10. Dr.sc. Pavičić Ž. (1997), Kolinje i mesni specijaliteti, Kratis, Zagreb, 57-65
11. Dawn H. (1979), Interaction of wood smoke components and foods, Food Tehnology 33, 66-70
12. Heinz, G., Hautzinger, P. (2007), Meat Processing Technology for Small to Medium Scale Producers. RAP Publication 2007/20.
13. Hui, Y.H., W.K. Nip, R.W. Rogers, O.A. Young (2001), Meat Science and Applications, NewYork-Basel, (<https://doi.org/10.1201/9780203908082>)
14. Kjällstrand, J., Petersson, G. (2001), Phenolic antioxidants in wood smoke, The Science of the Total Environment, 69-75, ([https://doi.org/10.1016/S0048-9697\(00\)00863-9](https://doi.org/10.1016/S0048-9697(00)00863-9))
15. Roseg Đ. (1995), Prerada mesa i mlijeka, Nakladni zavod Globus, Zagreb, 63



16. Žvorc D., Purić-Hranjec M., Varga A, Pintarić L. (2021), Plinska kromatografija - masena spektrometrija GC-MS, Stručni rad  
<https://hrcak.srce.hr/file/381950>
17. Pawliszyn J., Solid Phase Microextraction – Theory and Practice (1997), Wiley-VCH, New York, USA, 185
18. Aparatura za mikroekstrakciju vršnih para na krutoj fazi (HS-SPME)  
[http://www.ptfos.unios.hr/Hranom\\_Do\\_Zdravlja/wp-content/uploads/2021/09/P-23\\_Marijanovic-1.pdf](http://www.ptfos.unios.hr/Hranom_Do_Zdravlja/wp-content/uploads/2021/09/P-23_Marijanovic-1.pdf)
19. Plinski kromatograf, <https://hr.weblogographic.com/how-does-gas-chromatography-work>
20. Primjer spektra masa,  
[https://www.fkit.unizg.hr/download/repository/IS\\_MS\\_spektrometrija\\_2013\\_2014.pdf](https://www.fkit.unizg.hr/download/repository/IS_MS_spektrometrija_2013_2014.pdf)
21. Kasum A.(2007), Profil hlapljivih spojeva monoflornog meda drače (Paliurus spinachristi) Diplomski rad. Kemijsko-tehnološki fakultet u Splitu. Split. 4-18
22. Krvavica M., Babić I., Cvitković I., Đugum J., Konjačić M. (2010), Hlapljive tvari istarskog pršuta u različitim periodima zrenja, Meso Vol XII, 12:276-282.
23. Kovačević D. (2017), Kemija i tehnologija šunki i pršuta, Prehrambeno-tehnološki fakultet Osijek, 288-298
24. Klir Ž., Antunović Z., Halas V., Domaćinović M., Šperanda M., Novoselec J. (2012), Modeliranje masnokiselinskog sastava janječega mesa hranidbom, Meso Vol. XIV No. 1, 42-50