

Hrana i prehrana

Krešić, Greta

Authored book / Autorska knjiga

Publication status / Verzija rada: **Published version / Objavljena verzija rada (izdavačev PDF)**

Publication year / Godina izdavanja: **2023**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:191:430817>

Rights / Prava: [Attribution 4.0 International](#)/[Imenovanje 4.0 međunarodna](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-03-12**



SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET ZA MENADŽMENT
U TURIZMU I UGOSTITELJSTVU
OPATIJA, HRVATSKA

Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Tourism and Hospitality Management - Repository of students works of the Faculty of Tourism and Hospitality Management](#)





SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET ZA MENADŽMENT
U TURIZMU I UGOSTITELJSTVU

uniri

UDŽBENICI SVEUČILIŠTA U RIJECI

HRANA I PREHRANA

Greta Krešić



Udžbenici Sveučilišta u Rijeci
HRANA I PREHRANA
Greta Krešić



SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET ZA MENADŽMENT
U TURIZMU I UGOSTITELJSTVU

uniri

UDŽBENICI SVEUČILIŠTA U RIJECI
MANUALIA UNIVERSITATIS STUDIORUM FLUMINENSIS

Prof. dr. sc. Greta Krešić

Hrana i prehrana

Izdavač

Sveučilište u Rijeci, Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu

Recenzentice

prof. dr. sc. Ines Panjkota Krbavčić

prof. dr. sc. Daniela Čačić Kenjeric

Lektorica

izv. prof. dr. sc. Mihaela Matešić

Grafičko oblikovanje i prijelom

mag. art. Sanja Jovanović za Centar za elektroničko nakladništvo Sveučilišne knjižnice Rijeka (CEN)

Ilustracija na naslovnici:

Freepik.com

Mjesto i godina izdanja

Rijeka, 2023.

ISBN 978-953-7842-58-1

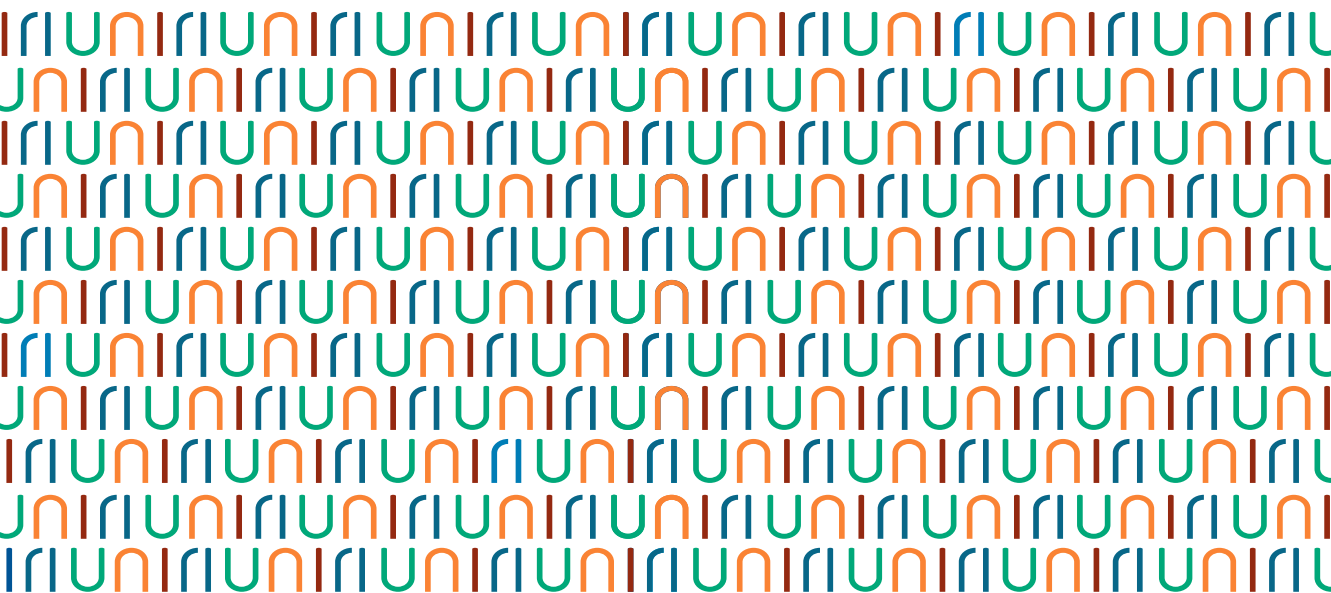
UDK: 613.2(075.8)

Odlukom Sveučilišta u Rijeci (KLASA: 007-01/23-03/02, URBROJ: 2170-137-01-23-163 od 21. travnja 2023.) ovo se djelo objavljuje kao izdanje Sveučilišta u Rijeci.

Sveučilište u Rijeci pokriva trošak e-izdanja koje obavlja Centar za elektroničko nakladništvo (CEN).

Hrana i prehrana

Greta Krešić



SVEUČILIŠTE U RIJECI
FAKULTET ZA MENADŽMENT
U TURIZMU I UGOSTITELJSTVU

Rijeka, 2023.

UNIRI

Uvodna napomena

Udžbenik *Hrana i prehrana* namijenjen je studentima Fakulteta za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu za praćenje nastave na istoimenom predmetu. Udžbenik se sastoji od 14 poglavlja, u potpunosti pokriva sadržaj predmeta *Hrana i prehrana* te prati redoslijed tematskih jedinica određenih programom predmeta.

U prvom dijelu udžbenika opisuju se hrana i značajke njezine kvalitete, rukovanje hranom te hranjive tvari od kojih je građena. Ta su znanja nužna za razumijevanje specifičnosti svake pojedine skupine hrane koja je obrađena u nastavku udžbenika.

Skupine hrane koje se nadalje obrađuju su: žitarice, voće i povrće, alkaloidna uživala (kava, čaj i kakao), vino, pivo, jaka alkoholna pića, meso, riba, mlijeko i jaja. Svako od navedenih poglavlja strukturirano je na sličan način: nakon što se određena skupina hrane definira, predstavljaju se relevantni podaci o njezinoj proizvodnji, preradi i konzumaciji, opisuju se njezin sastav, načini prerade, njezini proizvodi koji se mogu naći na tržištu i zdravstveni učinci njezine konzumacije. Takvim se pristupom studentima pružaju cjelovite informacije na temelju kojih mogu vrednovati značajke kvalitete svake pojedine skupine hrane i proizvoda, a u kontekstu njihove primjene u turizmu i ugostiteljstvu.

Posljednje poglavlje odnosi se na značajke uravnotežene prehrane, a cilj mu je studentima „odškrinuti vrata“ prema drugim područjima nutricionizma s kojima će se detaljnije upoznati na ostalim predmetima koji se izvode u okviru Katedre za hranu i prehranu.

Određeni pojmovi u tekstu navedeni su i na engleskom jeziku, a pisani su kurzivom u zagradi. Budući da se u knjizi svi prijevodni izrazi navode samo na engleskome jeziku (kao jeziku međunarodne komunikacije u svim područjima relevantnima za temu kojom se knjiga bavi), izostavljeno je uobičajeno upućivanje kraticom *engl.* ispred riječi. Određeni su pojmovi radi lakše uočljivosti napisani slovima u boji. Uz tako istaknut pojam slijedi njegovo objašnjenje. Slike u okviru udžbenika trojako su autorstva i ono je jasno naznačeno uz pojedinu sliku: dio slike izradila je autorica, dio je preuzet iz citiranog izvora uz odobrenje vlasnika autorskih prava, a dio je preuzet sa stranica s otvorenim pristupom.

Iako je udžbenik primarno namijenjen studentima Fakulteta za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, iskreno se nadam da će biti koristan i studentima drugih fakulteta, kolegama koji se bave hranom i prehranom, ali i svima onima koji kao potrošači žele produbiti znanja o hrani koju svakodnevno konzumiraju.

Kao autorica zahvalnost dugujem svojoj dugogodišnjoj suradnici dr. sc. Nikolini Liović, mag. nutr., koja godinama sa mnom sudjeluje u radu sa studentima te je svojim iskustvom i sugestijama pridonijela inoviranju predmeta kao i tehničkom uređenju ovog udžbenika. Kolegici Anamariji Baričević, mag. nutr., koja je sa mnom relativno kratko, ali intenzivno surađivala u nastavi, zahvaljujem na pomoći u samim počecima pisanja udžbenika te osmišljavanju tehničkih detalja. Posebnu zahvalnost dugujem kolegi Tomislavu Pavlešiću, dipl. ing. agr., enologu i stručnom suradniku na Sveučilištu u Rijeci, na korisnim sugestijama vezanima uz poglavlja o vinu, pivu i jakim alkoholnim pićima. Slike u poglavlju *Vino* njegov su autorski rad, na čemu mu od srca zahvaljujem.

Hvala recenzenticama, prof. dr. sc. Ines Panjkota Krbavčić s Prehrambeno-biotehnološkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu i prof. dr. sc. Danieli Čačić Kenjerić s Prehrambeno-tehnološkog fakulteta Osijek Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, na korisnim sugestijama koje su pomogle da tekst bude jasniji, točniji i korisniji čitateljima. Hvala lektorici, izv. prof. dr. sc. Mihaeli Matešić, na još jednoj ugodnoj suradnji.

I na kraju, ali najvažnije, velika hvala mojoj obitelji koja me strpljivo i s puno ljubavi prati na profesionalnom putu.

Autorica

Sadržaj

| | |
|---|-----------|
| 1. HRANA I KVALITETA HRANE | 12 |
| 1.1. Definicija i podjela hrane | 13 |
| 1.1.1. Podjela hrane prema podrijetlu | 14 |
| 1.1.2. Podjela hrane prema trajnosti | 14 |
| 1.1.3. Podjela hrane prema primarnoj funkciji u organizmu i sadržaju hranjivih tvari .. | 15 |
| 1.1.4. Podjela hrane prema stupnju i cilju obrade | 15 |
| 1.1.5. Podjela hrane s obzirom na zajedničke značajke | 17 |
| 1.2. Kvaliteta hrane | 17 |
| 1.2.1. Hranjiva vrijednost hrane | 18 |
| 1.2.2. Senzorska svojstva hrane | 19 |
| 1.2.3. Trajnost hrane | 20 |
| 1.2.4. Autentičnost hrane | 20 |
| 1.2.5. Metode određivanja kvalitete hrane | 21 |
| 1.3. Literatura | 23 |
| 2. RUKOVANJE HRANOM | 24 |
| 2.1. Kvarenje hrane | 25 |
| 2.1.1. Čimbenici koji izazivaju kvarenje hrane | 25 |
| 2.1.2. Fizičko-kemijski čimbenici | 25 |
| 2.1.3. Biološki čimbenici | 26 |
| 2.2. Konzerviranje hrane | 27 |
| 2.2.1. Fizikalni postupci konzerviranja hrane | 27 |
| 2.2.2. Biološki postupci konzerviranja hrane | 30 |
| 2.2.3. Konzerviranje hrane dodacima | 30 |
| 2.2.4. Novi postupci konzerviranja hrane | 31 |
| 2.3. Sigurnost hrane | 32 |
| 2.3.1. Definicija sigurnosti hrane | 32 |
| 2.3.2. Preduvjetni programi | 33 |
| 2.3.3. Opasnosti u hrani | 34 |
| 2.3.4. Sustav analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka (HACCP) | 34 |
| 2.4. Literatura | 38 |

3. HRANJIVE TVARI..... 40

| | |
|---|----|
| 3.1. Bjelančevine..... | 41 |
| 3.1.1. Građa i podjela bjelančevina | 41 |
| 3.1.2. Funkcije bjelančevina | 42 |
| 3.1.3. Preporuke za unos bjelančevina..... | 43 |
| 3.2. Ugljikohidrati..... | 43 |
| 3.2.1. Jednostavni ugljikohidrati..... | 43 |
| 3.2.2. Složeni ugljikohidrati | 44 |
| 3.2.3. Glikemijski indeks i glikemijsko opterećenje ugljikohidrata..... | 45 |
| 3.2.4. Preporuke za unos ugljikohidrata | 47 |
| 3.3. Masti..... | 47 |
| 3.3.1. Građa masti | 47 |
| 3.3.2. Funkcije masti | 50 |
| 3.3.3. Fosfolipidi..... | 50 |
| 3.3.4. Steroli..... | 50 |
| 3.3.5. Preporuke za unos masti | 51 |
| 3.4. Vitamini | 51 |
| 3.4.1. Vitamin A..... | 52 |
| 3.4.2. Vitamin D | 52 |
| 3.4.3. Vitamin E..... | 53 |
| 3.4.4. Vitamin K..... | 53 |
| 3.4.5. Vitamini B-kompleksa | 53 |
| 3.4.6. Vitamin C | 54 |
| 3.5. Minerali..... | 54 |
| 3.5.1. Makrominerali | 57 |
| 3.5.2. Mikrominerali | 58 |
| 3.6. Literatura | 60 |

4. ŽITARICE I PROIZVODI OD ŽITARICA..... 62

| | |
|--|----|
| 4.1. Definicija, podjela, proizvodnja i konzumacija proizvoda od žitarica..... | 63 |
| 4.2. Građa zrna žitarica..... | 65 |
| 4.3. Hranjiva vrijednost žitarica | 65 |
| 4.4. Odabrane vrste žitarica..... | 67 |
| 4.5. Pseudožitarice..... | 68 |

| | |
|--|----|
| 4.6. Proizvodi od žitarica | 69 |
| 4.6.1. Mlinski proizvodi | 69 |
| 4.6.2. Pekarski proizvodi | 70 |
| 4.6.3. Pekarski proizvodi na tržištu | 76 |
| 4.6.4. Kvaliteta pekarskih proizvoda | 76 |
| 4.6.5. Tjestenina i tijesto | 77 |
| 4.7. Zdravstveni učinci konzumacije žitarica i proizvoda od žitarica | 78 |
| 4.8. Literatura | 81 |

5. VOĆE, POVRĆE I PRERAĐEVINE VOĆA I POVRĆA..... 84

| | |
|---|-----|
| 5.1. Definicija i podjela voća i povrća | 85 |
| 5.2. Uzgoj i konzumacija voća i povrća | 85 |
| 5.3. Hranjiva vrijednost voća i povrća | 89 |
| 5.4. Pigmentne tvari voća i povrća | 93 |
| 5.5. Promjene tijekom obrade voća i povrća | 94 |
| 5.5.1. Utjecaj termičke obrade | 94 |
| 5.5.2. Enzimatsko i neenzimatsko posmeđivanje | 95 |
| 5.6. Skladištenje voća i povrća..... | 96 |
| 5.6.1. Promjene na voću i povrću nakon branja | 96 |
| 5.6.2. Uvjeti skladištenja voća i povrća | 97 |
| 5.7. Prerađevine voća i povrća..... | 98 |
| 5.7.1. Operacije prije prerađevine voća i povrća | 98 |
| 5.7.2. Prerađevine voća | 98 |
| 5.7.3. Prerađevine povrća..... | 100 |
| 5.8. Zdravstveni učinci konzumacije voća i povrća | 100 |
| 5.9. Literatura | 104 |

6. ALKALOIDNA UŽIVALA..... 106

| | |
|--|-----|
| 6.1. Kava | 107 |
| 6.1.1. Povijesni pregled uzgoja i konzumacije kave | 107 |
| 6.1.2. Proizvodnja i konzumacija kave..... | 107 |
| 6.1.3. Uzgoj i berba kave | 110 |
| 6.1.4. Prerada kave | 111 |
| 6.1.5. Mljevenje i pakiranje kave..... | 113 |
| 6.1.6. Kemijski sastav kave | 113 |
| 6.1.7. Kava na tržištu | 114 |

| | |
|--|-----|
| 6.1.8. Najcjenjenije kave na svijetu..... | 115 |
| 6.1.9. Zdravstveni učinci konzumacije kave | 115 |
| 6.2. Čaj..... | 117 |
| 6.2.1. Povijesni pregled uzgoja i konzumacije čaja | 117 |
| 6.2.2. Proizvodnja i konzumacija čaja..... | 117 |
| 6.2.3. Uzgoj čaja | 118 |
| 6.2.4. Prerada i kemijski sastav čaja | 118 |
| 6.2.5. Čajevi na tržištu | 121 |
| 6.2.6. Zdravstveni učinci konzumacije čaja | 122 |
| 6.3. Kakao..... | 122 |
| 6.3.1. Povijesni pregled uzgoja i prerade kakaovca | 122 |
| 6.3.2. Uzgoj kakaovca, proizvodnja kakao-zrna i konzumacija kakao-proizvoda..... | 123 |
| 6.3.3. Prerada kakaovca i kemijski sastav kakao-zrna | 124 |
| 6.3.4. Kakao-proizvodi i čokolada..... | 126 |
| 6.3.5. Zdravstveni učinci konzumacije kakao-proizvoda..... | 128 |
| 6.4. Literatura | 129 |

7. VINO..... 132

| | |
|--|-----|
| 7.1. Povijesni pregled uzgoja vinove loze, definicija vina i vinarstva | 133 |
| 7.2. Zemljopisna područja uzgoja vinove loze u Republici Hrvatskoj..... | 134 |
| 7.3. Prerada grožđa u vino..... | 136 |
| 7.3.1. Proizvodnja bijelih vina | 137 |
| 7.3.2. Proizvodnja crnih vina..... | 141 |
| 7.3.3. Proizvodnja ružičastih vina | 144 |
| 7.3.4. Proizvodnja narančastih vina..... | 144 |
| 7.3.5. Njega i dozrijevanje vina..... | 144 |
| 7.3.6. Punjenje vina u boce, čepljenje i završno opremanje boca | 146 |
| 7.4. Bolesti i mane vina..... | 147 |
| 7.4.1. Bolesti vina | 147 |
| 7.4.2. Mane vina | 148 |
| 7.5. Specijalna vina | 149 |
| 7.5.1. Pjenušava, biser-vina i gazirana vina | 149 |
| 7.5.2. Likerska vina | 154 |
| 7.5.3. Slatka i aromatizirana vina..... | 154 |

| | |
|--|------------|
| 7.6. Označavanje vina..... | 155 |
| 7.6.1. Obavezni podaci..... | 155 |
| 7.6.2. Dodatni podaci..... | 157 |
| 7.7. Literatura..... | 158 |
| 8. PIVO..... | 160 |
| 8.1. Povijesni pregled proizvodnje piva..... | 161 |
| 8.2. Proizvodnja i konzumacija piva..... | 161 |
| 8.3. Definicija piva i sirovina za njegovu proizvodnju..... | 162 |
| 8.4. Proizvodnja piva..... | 163 |
| 8.4.1. Proizvodnja slada..... | 163 |
| 8.4.2. Proizvodnja sladovine..... | 163 |
| 8.4.3. Glavno vrenje sladovine i naknadno vrenje (dozrijevanje) mladog piva..... | 164 |
| 8.4.4. Dorada piva i punjenje u ambalažu..... | 165 |
| 8.5. Senzorske značajke piva..... | 166 |
| 8.6. Vrste piva na tržištu..... | 167 |
| 8.6.1. Podjela piva prema boji..... | 167 |
| 8.6.2. Podjela piva prema načinu provedbe glavnog vrenja..... | 167 |
| 8.6.3. Podjela piva prema količini ekstrakta u osnovnoj sladovini..... | 168 |
| 8.6.4. Podjela piva prema sadržaju alkohola..... | 168 |
| 8.6.5. Ostale oznake ovisno o vrsti piva..... | 169 |
| 8.7. Zdravstveni učinci konzumacije piva..... | 169 |
| 8.8. Literatura..... | 171 |
| 9. JAKA ALKOHOLNA PIĆA..... | 172 |
| 9.1. Povijesni pregled proizvodnje jakih alkoholnih pića..... | 173 |
| 9.2. Definicija i podjela jakih alkoholnih pića..... | 173 |
| 9.3. Destilirana jaka alkoholna pića..... | 174 |
| 9.3.1. Rakije od vina..... | 176 |
| 9.3.2. Rakije od prevrele komine grožđa i vinskog taloga..... | 178 |
| 9.3.3. Rakije od voća..... | 178 |
| 9.3.4. Žitne rakije..... | 180 |
| 9.3.5. Šećerne rakije..... | 182 |
| 9.3.6. Jaka alkoholna pića od ostalih poljoprivrednih sirovina..... | 183 |

| | |
|---|------------|
| 9.4. Likeri..... | 183 |
| 9.4.1. Likeri od bilja i začina..... | 184 |
| 9.4.2. Voćni likeri..... | 185 |
| 9.4.3. Krem-likeri..... | 185 |
| 9.5. Jaka alkoholna pića zaštićenog imena podrijetlom iz Hrvatske | 185 |
| 9.6. Značajke kvalitete i mane jakih alkoholnih pića | 186 |
| 9.7. Literatura | 188 |
| 10. MESO I MESNI PROIZVODI..... | 189 |
| 10.1. Proizvodnja i konzumacija mesa..... | 190 |
| 10.2. Definicija i građa mesa..... | 191 |
| 10.3. Klanje, primarna obrada i zrenje mesa | 192 |
| 10.4. Stavljanje mesa na tržište | 193 |
| 10.4.1. Goveđe meso | 194 |
| 10.4.2. Svinjsko meso..... | 195 |
| 10.4.3. Ovčje meso..... | 195 |
| 10.4.4. Meso peradi | 196 |
| 10.5. Hranjiva vrijednost mesa..... | 197 |
| 10.6. Procjena kvalitete i svježine mesa | 202 |
| 10.7. Kvarenje mesa | 202 |
| 10.8. Hlađenje i zamrzavanje mesa | 203 |
| 10.8.1. Hlađenje mesa..... | 203 |
| 10.8.2. Zamrzavanje mesa | 204 |
| 10.9. Mesni proizvodi | 205 |
| 10.9.1. Toplinski obrađeni mesni proizvodi | 206 |
| 10.9.2. Toplinski neobrađeni mesni proizvodi | 208 |
| 10.10. Literatura..... | 212 |
| 11. RIBE I PRERAĐENI PROIZVODI RIBARSTVA..... | 214 |
| 11.1. Proizvodnja i konzumacija proizvoda ribarstva | 215 |
| 11.2. Podjela i vrste proizvoda ribarstva | 217 |
| 11.3. Hranjiva vrijednost mesa ribe | 218 |
| 11.4. Procjena kakvoće mesa ribe | 221 |
| 11.5. Konzerviranje ribe hlađenjem i zamrzavanjem..... | 222 |
| 11.5.1. Konzerviranje ribe hlađenjem..... | 222 |
| 11.5.2. Konzerviranje ribe zamrzavanjem..... | 223 |

| | |
|---|-----|
| 11.6. Prerađeni proizvodi ribarstva..... | 223 |
| 11.6.1. Riblje konzerve..... | 223 |
| 11.6.2. Riblje polukonzerve..... | 224 |
| 11.6.3. Smrznuti i drugi prerađeni proizvodi ribarstva..... | 225 |
| 11.7. Zdravstveni učinci konzumacije ribe..... | 226 |
| 11.7.1. Pozitivni učinci konzumacije ribe..... | 226 |
| 11.7.2. Rizici povezani s konzumacijom ribe..... | 227 |
| 11.8. Literatura..... | 228 |

12. MLIJEKO I MLIJEČNI PROIZVODI..... 230

| | |
|---|-----|
| 12.1. Povijesni pregled proizvodnje i prerađivanja mlijeka..... | 231 |
| 12.2. Proizvodnja i konzumacija mlijeka i mliječnih proizvoda..... | 231 |
| 12.3. Hranjiva vrijednost mlijeka i mliječnih proizvoda..... | 232 |
| 12.3.1. Kravlje mlijeko..... | 233 |
| 12.3.2. Mlijeko drugih vrsta sisavaca..... | 234 |
| 12.4. Konzumno mlijeko..... | 235 |
| 12.4.1. Primarna obrada mlijeka..... | 235 |
| 12.4.2. Pasterizirano mlijeko..... | 236 |
| 12.4.3. Sterilizirano mlijeko..... | 236 |
| 12.5. Fermentirani mliječni proizvodi..... | 237 |
| 12.5.1. Proizvodnja fermentiranih mliječnih proizvoda..... | 237 |
| 12.5.2. Jogurt..... | 238 |
| 12.5.3. Kefir..... | 240 |
| 12.5.4. Kiselo mlijeko..... | 240 |
| 12.5.5. Mlaćenica..... | 240 |
| 12.6. Sir..... | 240 |
| 12.6.1. Proizvodnja sira..... | 240 |
| 12.6.2. Vrste sireva..... | 243 |
| 12.6.3. Tradicionalni hrvatski sirevi..... | 244 |
| 12.7. Maslac..... | 245 |
| 12.8. Sladoled..... | 246 |
| 12.9. Zdravstveni učinci konzumacije mlijeka i mliječnih proizvoda..... | 247 |
| 12.10. Literatura..... | 249 |

| | |
|--|------------|
| 13. JAJA | 251 |
| 13.1. Proizvodnja i konzumacija jaja | 252 |
| 13.2. Građa jajeta..... | 253 |
| 13.3. Hranjiva vrijednost jajeta | 254 |
| 13.3.1. Žumanjak jajeta | 254 |
| 13.3.2. Bjelanjak jajeta..... | 256 |
| 13.4. Klasifikacija jaja na tržištu | 256 |
| 13.5. Ocjena svježine jajeta | 258 |
| 13.6. Upotreba jaja u pripremi i preradi hrane..... | 258 |
| 13.7. Zdravstveni učinci konzumacije jaja..... | 259 |
| 13.8. Literatura | 261 |
| 14. URAVNOTEŽENA PREHRANA..... | 262 |
| 14.1. Definicija i načela uravnotežene prehrane | 263 |
| 14.2. Energetske i prehrambene potrebe..... | 265 |
| 14.2.1. Komponente energetske potrošnje..... | 266 |
| 14.2.2. Prehrambene potrebe | 267 |
| 14.3. Prehrambene smjernice | 269 |
| 14.4. Oznake na hrani kao izvor informacija za potrošače | 273 |
| 14.4.1. Nutritivna deklaracija | 273 |
| 14.4.2. Ostale oznake koje mogu biti istaknute na hrani | 274 |
| 14.5. Modeli prehrane za unapređenje zdravlja..... | 276 |
| 14.6. Literatura | 279 |
| Bilješka o autorici..... | 282 |
| Izvori fotografija poglavlja..... | 283 |

1. HRANA I KVALITETA HRANE



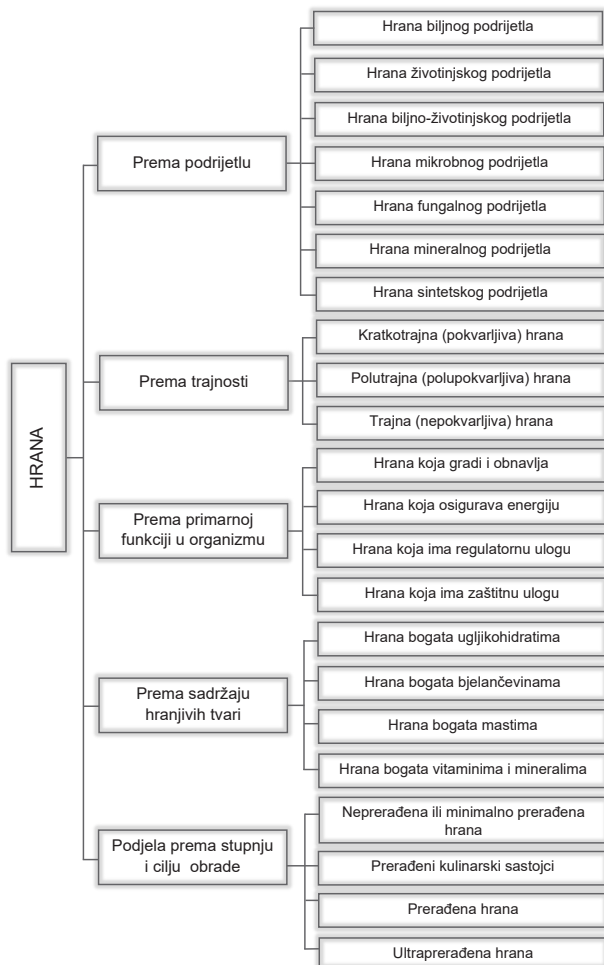
1. HRANA I KVALITETA HRANE

1.1. Definicija i podjela hrane

Hrana ili prehrambeni proizvod je svaka tvar ili proizvod, prerađen, djelomično prerađen ili neprerađen, a namijenjen prehrani ljudi ili se može očekivati da će ga ljudi konzumirati. Pod hranom se podrazumijeva piće, žvakaća guma i svaka druga tvar, uključujući i vodu, koja se namjerno ugrađuje u hranu tijekom njezine proizvodnje, pripreme ili prerade. Pojam *hrana* ne uključuje: hranu za životinje, žive životinje, osim ako su pripremljene za stavljanje na tržište za prehranu ljudi, biljke prije ubiranja, lijekove, kozmetičke proizvode, duhan i duhanske proizvode, narkotike ili psihotropne tvari te ostatke i zagađivače (Hrvatski sabor, 2013).

Glavne funkcije hrane su osiguravanje građivnih, energetskih i zaštitnih tvari koje ljudskom organizmu osiguravaju rast, razvoj, regulaciju metabolizma, reprodukciju, ali i očuvanje i unapređenje zdravlja. Sam čin konzumacije hrane ima i snažan sociološko-kulturološki aspekt, pri čemu ne treba zanemariti jednu od važnih uloga konzumacije hrane, a to je izazivanje osjećaja ugone.

Hrana se može podijeliti u nekoliko skupina, i to prema: podrijetlu, trajnosti, primarnoj funkciji u organizmu, sadržaju hranjivih tvari te stupnju i cilju obrade (Koprivnjak, 2014; Amit i sur., 2017) (slika 1.1).



Slika 1.1. Podjela hrane (prerađeno prema: Koprivnjak, 2014; Amit i sur., 2017)

1.1.1. Podjela hrane prema podrijetlu

Uobičajena i široko prihvaćena podjela prema podrijetlu na hranu biljnog i hranu životinjskog podrijetla u novije se vrijeme proširuje zahvaljujući razvoju i primjeni novih tehnologija u proizvodnji pojedinih komponenata hrane ili cjelovite hrane.

Prema podrijetlu, hrana može biti (Koprivnjak, 2014):

- Biljnog podrijetla (žitarice i proizvodi od žitarica, voće i prerađevine voća, povrće i prerađevine povrća, uživala, pivo, vino)
- Životinjskog podrijetla (meso i mesni proizvodi, riba i riblji proizvodi, mlijeko i mliječni proizvodi, jaja)
- Biljno-životinjskog podrijetla (med, medljikovac, proizvodi od meda)
- Mikrobnog podrijetla (vitamini B₂ i B₁₂, enzimi)
- Fungalnog podrijetla (beta-glukan)
- Mineralnog podrijetla (kuhinjska sol)
- Sintetskog podrijetla (olestra, aspartam, ciklamati).

Med, medljikovac i proizvodi od meda klasificiraju se u hranu dvojnog, **biljno-životinjskog podrijetla** jer se sirovina biljnog podrijetla (nektar ili medna rosa) zbog prerade u mednom želucu pčele pretvara u hranu životinjskog podrijetla.

Hrana **mikrobnog podrijetla** proizvodi se korištenjem mikroorganizama. Poznati su primjeri proizvodnje vitamina pomoću kvasaca (vitamin B₂) ili bakterija (vitamin B₁₂). Enzim kimozin, koji se koristi u proizvodnji sira, proizvodi se pomoću plijesni.

Hrana **fungalnog podrijetla** proizvodi se pomoću gljiva. Primjerice tkiva nekih viših vrsta gljiva (*shiitake*) koriste se u proizvodnji beta-glukana, komponente s antitumorskim i imunostimulirajućim djelovanjem kojom se može ili obogaćivati hrana ili se može koristiti kao dodatak prehrani.

Hrana biljnog, životinjskog, biljno-životinjskog, mikrobnog i fungalnog podrijetla potječe iz žive prirode i zato se može reći da je **organskog podrijetla**. Za skupine hrane koje potječu iz nežive prirode kaže se da su **anorganskog podrijetla**. U tu se skupinu ubraja hrana mineralnog i sintetskog podrijetla.

U hranu **mineralnog podrijetla** ubraja se kuhinjska sol, budući da natrijev klorid potječe iz nežive prirode (more ili rudnici soli).

Primjer hrane **sintetskog podrijetla** je zamjena za ulja i masti koja se komercijalno naziva olestra. Olestra nema hranjivu ni energetske vrijednosti jer se ne razgrađuje u procesu probave. Takvo ponašanje posljedica je činjenice da je olestra sintetizirana od saharoze i masnih kiselina, za razliku od masti koje su uobičajeno građene od alkohola i masnih kiselina. Upravo razlika u građi u usporedbi s mastima onemogućava razgradnju olestre uz pomoć enzima tijekom probavnog procesa. U hranu sintetskog podrijetla ubrajaju se i umjetni zaslađivači kao što su aspartam ili ciklamati (Koprivnjak, 2014).

1.1.2. Podjela hrane prema trajnosti

U razdoblju nakon proizvodnje hrana prolazi kroz različite promjene koje mogu utjecati na njezinu trajnost. S obzirom na trajnost, hrana može biti kratkotrajna (pokvarljiva), polutrajna (polupokvarljiva) i trajna (nepokvarljiva).

Kratkotrajna (pokvarljiva) hrana ona je koja, ako se čuva u skladu s propisanim uvjetima čuvanja, ima rok trajnosti od nekoliko dana do tri tjedna. U tu se skupinu ubrajaju mlijeko i

mliječni proizvodi, meso, perad, jaja, riba i proizvodi ribarstva. S ciljem sprečavanja kvarenja tu je hranu potrebno konzervirati primjerenim metodama.

Polutrajna (polupokvarljiva) hrana je hrana koja se može čuvati do šest mjeseci u propisanim uvjetima. U tu se skupinu ubrajaju pojedine vrste voća i povrća (primjerice: krumpir, mrkva, luk, batat, celer, citrusno voće), zatim tvrdi sir i sl.

Trajna (nepokvarljiva) hrana je hrana koja ima vrlo dug rok trajnosti (godinu dana ili duže) ako se čuva u propisanim uvjetima. U tu se skupinu ubrajaju suhe mahunarke (grah, grašak, leća), sol, šećer, brašno, tjestenina i sl.

1.1.3. Podjela hrane prema primarnoj funkciji u organizmu i sadržaju hranjivih tvari

Prema primarnoj funkciji u organizmu, hrana se može podijeliti u sljedeće skupine: hrana koja gradi i obnavlja, hrana koja osigurava energiju, hrana koja ima regulatornu ulogu te hrana koja ima zaštitnu ulogu.

Prema sadržaju hranjivih tvari, hrana se može podijeliti u skupine: hrana bogata ugljikohidratima, hrana bogata bjelanjčevinama, hrana bogata mastima, hrana bogata vitaminima i mineralima. Podjela hrane prema primarnoj funkciji u organizmu i sadržaju hranjivih tvari prikazana je u tablici 1.1.

Tablica 1.1. Podjela hrane prema primarnoj funkciji u organizmu i sadržaju hranjivih tvari (prerađeno prema: Amit i sur., 2017)

| Prema primarnoj funkciji u organizmu | Izvori |
|--------------------------------------|---|
| Hrana koja gradi i obnavlja | Mlijeko, meso, riba, mahunarke, povrće i orašasti plodovi |
| Hrana koja osigurava energiju | Ulja, masti, šećeri, žitarice, sušeno voće i hrana bogata škrobom |
| Hrana koja ima regulatornu ulogu | Voda, povrće i voće |
| Hrana koja ima zaštitnu ulogu | Mlijeko, cjelovite žitarice, meso, povrće i voće |
| Prema sadržaju hranjivih tvari | Izvori |
| Hrana bogata ugljikohidratima | Žitarice, škrobno povrće i šećeri |
| Hrana bogata bjelanjčevinama | Mlijeko, meso, riba i jaja |
| Hrana bogata mastima | Ulja, masti i orašasti plodovi |
| Hrana bogata vitaminima i mineralima | Voće i povrće |

1.1.4. Podjela hrane prema stupnju i cilju obrade

Podjela hrane prema stupnju i cilju obrade uvedena 2009. godine i danas široko prihvaćena naziva se klasifikacija NOVA. Ta klasifikacija uključuje fizikalne, biološke i kemijske metode koje se koriste za obradu hrane prije konzumacije ili pretvaranja u jela i obroke. Klasifikacija NOVA dijeli hranu u četiri skupine: neprerađena ili minimalno prerađena hrana, prerađeni kulinarski sastojci, prerađena hrana i ultraprerađena hrana (FAO, 2019).

Skupina 1: Neprerađena ili minimalno prerađena hrana

Neprerađena hrana su jestivi dijelovi biljaka (plodovi, lišće, stabljike, sjemenke, korijenje) ili životinja (mišićno tkivo, iznutrice, jaja, mlijeko), gljive, alge i voda, nakon izdvajanja iz prirode.

Minimalno prerađena hrana je prirodna hrana obrađena postupcima koji će sačuvati nepromijenjen sastav, ali će omogućiti njezinu dužu trajnost, povećati prikladnost za

skladištenje ili hranu učiniti privlačnijom za konzumaciju. Postupci kojima se to postiže su: uklanjanje nejestivih dijelova, sušenje, mljevenje, pasterezacija, hlađenje, smrzavanje, pakiranje u vakuumu i sl. U tu se skupinu ubrajaju cijeđeno, pasirano ili smrznuto voće i povrće, sušene mahunarke, meso, perad, riba (u očišćenom, ohlađenom ili smrznutom stanju), pasterezirano mljeko, žitne pahuljice bez dodataka, sušeno začinsko bilje i sl.

Skupina 2: Prerađeni kulinarski sastojci

Prerađeni kulinarski sastojci uključuju ulje, maslac, mast, šećer i sol. Ti se sastojci dobivaju iz skupine 1 postupcima mljevenja, sušenja, prešanja i rafinacije. Ne konzumiraju se zasebno, već su namijenjeni pripremi i začinjavanju drugih skupina hrane. U tu se skupinu ubrajaju biljna ulja (suncokretovo, maslinovo, bučino i sl.), maslac dobiven iz mliječne masti, čvrste masti životinjskog podrijetla, šećer i melasa iz šećerne repe ili trske, škrob izdvojen iz kukuruza ili drugih biljaka, sol dobivena iz mora ili rudnika. Moguća je kombinacija po dvaju sastojaka unutar istog proizvoda (slani maslac, jodirana sol, ulja s antioksidansima i sl.).

Skupina 3: Prerađena hrana

Ova skupina hrane nastaje dodavanjem soli, šećera, masnoća ili drugih sastojaka iz skupine 2 neprerađenoj ili minimalno prerađenoj hrani iz skupine 1. Tako proizvedena hrana može se samostalno konzumirati, uglavnom ima dva ili tri sastojka i prepoznatljiva je kao modificirana hrana iz skupine 1. Pri proizvodnji te skupine hrane koriste se različite metode konzerviranja s ciljem povećanja trajnosti ili poboljšanja senzorskih svojstava hrane iz skupine 1. U tu se skupinu ubrajaju povrće i mahunarke konzervirani dodatkom soli, voće konzervirano dodatkom šećera, usoljeni ili ušećerani orašasti plodovi i sjemenke, meso i riba konzervirani dodatkom soli, slani sirevi i sl.

Skupina 4: Ultraprerađena hrana

Ultraprerađena hrana predstavlja formulacije sastojaka uglavnom industrijskog podrijetla povezanih u gotov proizvod korištenjem suvremenih prehrambenih tehnologija. Postupci koji se koriste za proizvodnju te hrane uključuju: frakcioniranje hrane u komponente, kemijsku modifikaciju tih komponenata, miješanje modificiranih i nemodificiranih komponenata uz upotrebu suvremenih tehnoloških postupaka, često uz korištenje brojnih aditiva. Najčešći sastojci su: šećer, ulja i masti, visokofruktozni kukuruzni sirup, hidrogenirane masnoće, pojačivači okusa, emulgatori, zaslađivači, sredstva za zgušnjavanje i sl. U tu se skupinu ubrajaju bezalkoholna pića, slatke i slane grickalice, čokolade i konditorski proizvodi, sladoledi, gotove žitarice za doručak, gotova jela koja se mogu ili odmah konzumirati ili zahtijevaju samo termičku obradu, instant-proizvodi (juhe, tjestenine), prerađevine od mesa, peradi i ribe (burgeri, *nuggetsi*, riblji štapići) i sl. (FAO, 2019).

Ultraprerađena hrana je brzorastući segment prerade hrane. Među potrošačima ta je hrana popularna zbog svoje praktičnosti (odmah je spremna za konzumaciju i ima dugu trajnost) i vrlo privlačnog okusa. Za proizvođače taj je segment profitabilan također zbog duge trajnosti te niske cijene sirovina u odnosu na cijenu gotovog proizvoda. Međutim, ultraprerađena hrana uzrok je zabrinutosti potrošača budući da je pokazano da njezina učestala konzumacija pridonosi porastu pretilosti i s njom povezanih kroničnih nezaraznih bolesti. Istraživanja potvrđuju da upravo njezini glavni sastojci (slobodni ili dodani šećer, natrij, zasićene i *trans* masne kiseline) u kombinaciji s velikom energetsom gustoćom, pridonose činjenici da je ta skupina hrane izrazito niske nutritivne kvalitete, pa je posljedično njezinu konzumaciju potrebno ograničiti ili tu hranu potpuno izbaciti iz prehrane.

1.1.5. Podjela hrane s obzirom na zajedničke značajke

S obzirom na zajedničke značajke u pogledu podrijetla, načina prerade, hranjive vrijednosti i tržišne klasifikacije hrana se može grupirati u 13 skupina (EuroFIR, 2006):

- Mlijeko i mliječni proizvodi
- Jaja i proizvodi od jaja
- Meso i mesni proizvodi
- Ribe i prerađeni proizvodi ribarstva
- Masti i ulja
- Žitarice i proizvodi od žitarica
- Mahunarke, sjemenke, orašasti plodovi i njihovi proizvodi
- Povrće i prerađevine povrća
- Voće i prerađevine voća
- Šećeri, čokolade i konditorski proizvodi
- Pića
- Hrana poput juha, umaka i *snack* proizvoda
- Proizvodi za posebne prehrambene potrebe.

Grupiranje hrane na prikazani način služi kao vodič u standardiziranim istraživačkim alatima kojima se ispituje prehrambeni unos skupina hrane, pojedinačne hrane ili određene hranjive tvari među različitim populacijama. Budući da unutar pojedine skupine postoje sličnosti s obzirom na sastav, hranjivu vrijednost i načine prerade, podjela u skupine hrane koje se obrađuju u nastavku ovoga udžbenika temelji se upravo na toj klasifikaciji.

1.2. Kvaliteta hrane

Kvaliteta hrane je niz kompleksnih karakteristika koje određuju njezinu vrijednost, prikladnost za konzumaciju i prihvatljivost potrošačima. Kvaliteta propisuje zahtjeve koje je potrebno ispuniti da bi hrana zadovoljila očekivanja potrošača. Općeprihvaćena definicija kvalitete je da je ona stupanj u kojem niz svojstvenih značajki nekog predmeta ispunjava zahtjeve (ISO 9000:2015).

Na postizanje značajki kvalitete hrane utječu: korištene sirovine, metode obrade, uvjeti skladištenja, zakonska regulativa vezana uz označavanje i stavljanje hrane u promet, dostupnost, robna marka, cijena, način ponude hrane krajnjem potrošaču i dr. Kvaliteta se može odnositi na sirovinu, poluproizvod i gotovi proizvod. Teško ju je jednoznačno precizno odrediti jer se neka značajka hrane, kao što je hranjiva vrijednost, može lako odrediti kemijskim analizama, dok je primjerice prihvatljivost izrazito subjektivna kategorija i nije ju lako izmjeriti.

Zakonodavstvo u području kvalitete hrane koje se odnosi na sve sudionike lanca hrane, usklađeno je na razini Europske unije i uređeno s ciljevima:

- zaštite zdravlja i ekonomskih interesa potrošača
- zaštite okoliša i postizanja održivosti
- usklađivanja s ostalim zemljama u svijetu s ciljem ispunjavanja zahtjeva u pogledu uvoza i izvoza na globalnom tržištu.

Zakonska regulativa vezana uz kvalitetu i sigurnost hrane može biti horizontalna i vertikalna. **Horizontalna zakonska regulativa** obuhvaća skupine propisa koji se odnose općenito na svu hranu. Ti se propisi odnose primjerice na označavanje hrane, higijenu hrane i sl.

Vertikalna zakonska regulativa obuhvaća propise koji nadopunjuju horizontalnu regulativu, a odnose se na pojedine skupine hrane (primjerice na: meso i mesne proizvode, mlijeko i mliječne proizvode, voće, povrće i njihove prerađevine i dr.).

Značajke kvalitete hrane koje se odnose na zahtjeve korisnika su: prehrambena (nutritivna) vrijednost, senzorska svojstva, trajnost i autentičnost (Koprivnjak, 2014).

1.2.1. Hranjiva vrijednost hrane

Hrana je građena od preko 60 različitih hranjivih tvari (komponentata, nutrijenata). Hranjive tvari (komponente ili nutrijenti) mogu se podijeliti u dvije skupine: makronutrijenti i mikronutrijenti. U makronutrijente ubrajaju se bjelančevine, ugljikohidrati i masti, dok su mikronutrijenti vitamini i minerali. U mikronutrijente ubrajaju se i bioaktivne komponente¹.

Makronutrijenti su komponente prisutne u većim količinama u hrani i potrebe su ljudskog organizma za njima veće (od nekoliko desetaka grama do stotinu i više grama dnevno). U makronutrijente ubrajaju se bjelančevine, ugljikohidrati i masti. Te tri komponente hrane ujedno daju i energetska gustoća hrane, tj. njihovom razgradnjom u organizmu se oslobađa energija, pa se zato kaže da o njima ovisi energetska vrijednost pojedine hrane.

Mikronutrijenti su komponente prisutne u manjim količinama u hrani (mg ili µg). Organizam ih treba u malim količinama, odakle potječe i njihov naziv. U mikronutrijente ubrajaju se vitamini, minerali i bioaktivne komponente, a njihova je zajednička značajka da za razliku od makronutrijenata razgradnjom i metaboliziranjem ne oslobađaju energiju, tj. nemaju energetska gustoća iako sudjeluju u procesima dobivanja energije. Za razliku od vitamina i bioaktivnih komponentata, koji se smatraju organskim komponentama, minerali su komponente anorganskog podrijetla.

Hranjiva (nutritivna) vrijednost odnosi se na količinu energije te na udio pojedinih hranjivih tvari u hrani, a često se opisuje pojmovima energetska i nutritivna gustoća.

Energetska gustoća (kcal/g ili kJ/g) opisuje količinu energije (kcal ili kJ) koju sadržava određena količina hrane. Može se izraziti na 1 g, 100 g, 100 ml, serviranje ili neku drugu količinu hrane. Obavezan je podatak prilikom označavanja hrane, a potrošačima služi kao pomoć prilikom procjene energetskog (kalorijskog) unosa putem određene hrane.

Nutritivna gustoća (g/kcal ili g/kJ) opisuje količinu poželjne hranjive tvari (g) u odnosu na energetska vrijednost hrane (kcal ili kJ). Poželjnim hranjivim tvarima smatraju se vitamini, minerali, bioaktivne komponente, bjelančevine, prehrambena vlakna i sl. Primjeri hrane velike nutritivne gustoće koja sadrži veliku količinu poželjnih hranjivih tvari uz istodobno malu energetska vrijednost su voće, povrće, proizvodi od cjelovitih žitarica i sl. Pojam suprotan pojmu „velika nutritivna gustoća“ je „prazne kalorije“.

Prazne kalorije naziv je za nutritivno siromašnu, ali energetska bogatu hranu ili pića. Primjer praznih kalorija su bomboni, zaslađeni napici, grickalice i sl. Primjerice 1 šalica brokule ima 30 kcal, ali sadrži i kalcij, magnezij te vitamine A, C, E i K. Nasuprot njoj, 3 dl gaziranoga bezalkoholnog pića imaju 150 kcal, a sadrže samo vodu, šećere i aditive. Brokula je primjer hrane velike nutritivne gustoće, dok je gazirano bezalkoholno piće primjer hrane velike energetske, a male nutritivne gustoće (Marcus, 2013).

¹ Bioaktivne komponente: sastojci hrane koji imaju fiziološku ili biokemijsku funkciju u organizmu.

1.2.2. Senzorska svojstva hrane

Senzorska svojstva hrane su svojstva koja se mogu detektirati ljudskim osjetilima, tj. pomoću vida, njuha, dodira, okusa i sluha. Znanstvena disciplina koja mjeri, analizira i interpretira karakteristike hrane zapažene navedenim osjetilima naziva se **senzorska analiza**. Senzorsku analizu provode izučeni stručnjaci – senzorski analitičari (tzv. panel) u kontroliranim uvjetima. Tijekom analize mjeri se senzorska reakcija na kemijski ili fizički podražaj ili njihovu kombinaciju. Senzorske analize mogu se provoditi s ciljem kontrole kvalitete proizvoda ili razvijanja novog proizvoda za koji je potrebno ispitati prihvatljivost kod potrošača (Alibabić i Mujić, 2016).

Iako je senzorska analiza znanstvena disciplina, svaki potrošač može temeljem opažanja svojim osjetilima sam procijeniti kvalitetu hrane i donijeti osobnu prosudbu prihvatljivosti. U tom slučaju pri donošenju konačne odluke o prihvatljivosti, osim međudjelovanja osjetila, važnu ulogu ima i percepcija i subjektivan dojam svakog potrošača.

Osjetilom vida može se uočiti boja (vrsta, intenzitet i nijansa), oblik (pravilnost, cjelovitost ili oštećenost), veličina, pjenjenje, bistroća ili mutnoća, sjaj i sl.

Osjetilo njuha² nalazi se u stražnjim dijelovima nosne šupljine, a sastoji se od olfaktornih receptora pomoću kojih se može raspoznati oko 10 000 mirisa. Intenzitet mirisa je kombinacija podražaja različitih receptora i trajanja pojedinog podražaja. Miris može biti poželjno svojstvo (kod kušanja vina) ili nepoželjno svojstvo hrane (pokazatelj kvarenja).

Osjetilo okusa čini oko 8 000 do 10 000 okusnih pupoljaka razmještenih na površini jezika. Novije spoznaje govore da su okusni pupoljci razmješteni i po površini usne šupljine te u grlu. Najviše okusnih pupoljaka ima na vrhu i na bočnim dijelovima jezika. Pomoću okusnih pupoljaka čovjek razaznaje pet osnovnih okusa: slano, slatko, kiselo, gorko i umami.

Prepoznavanje navedenih pet osnovnih okusa posljedica je evolucije jer je s razvojem čovjekovih predaka omogućeno da se stvari iz prirode razvrstaju na korisne i hranjive (slano, slatko i umami) te potencijalno štetne i otrovne (kiselo i gorko). Slatki okus bio je neophodan za preživljavanje jer je bio jamstvo da će se konzumacijom hrane osigurati neophodna energija. Prepoznavanje slanog okusa poticalo je odabir hrane koji će nadomjestiti gubitak natrija znojenjem. Kiseli okus uvjetovao je potrebu za strpljenjem i odgodom konzumacije dok hrana ne dozrije i ne postane slađa. Gorkak okus bio je upozorenje da hrana može biti otrovna. Umami okus označavao je da hrana sadrži bjelančevine koje su nužne za preživljavanje (Marcus, 2013).

Okus umami, pojam koji potječe iz japanskog jezika, nije moguće doslovno prevesti, a opisuje se kao sočan, slastan, puni okus tj. zaokružena cjelina uravnoteženih okusa. Povezuje se sa sadržajem glutaminske kiseline, aminokiseline koja je jedna od osnovnih komponenata bjelančevina. Budući da umami nastaje raspadom bjelančevina, često se opisuje i kao jušni ili mesni okus. Upravo se zato s tim okusom povezuje hrana bogata bjelančevinama (meso, gljive, zreli sir, tuna i sl.). Da bi se doživio okus umami, glutaminska kiselina mora biti u slobodnom obliku, pa postupci obrade hrane kao što su kuhanje, zrenje, sušenje, soljenje, fermentacija i sl., koji uzrokuju razgradnju bjelančevina, ujedno i pojačavaju okus umami. Umami u kombinaciji s četiri osnovna okusa intenzivira aromu dajući novu razinu okusa. Umami-sastojci učinkoviti su poboljšivači okusa i pozitivni modulatori okusa u hrani, pa se koriste kao aditivi (Hruškar, 2013). Osnovni okusi i njihovi izvori u hrani prikazani su u tablici 1.2.

Budući da postoji samo pet osnovnih okusa, okus većine hrane upravo je njihova kombinacija. Svaka hrana sadrži više okusa i svaki od njih utječe na percepciju drugih okusa. Primjerice slano-dimljeni okus lososa bit će značajno pojačan uz nekoliko kapi limuna. Kada se kapne nekoliko kapi limuna na tropsko voće, njegova će kiselost naglasiti slatkoću voća. Ako se na to doda nekoliko zrna soli, slatkoća će biti izražena još više.

² Osjetilo njuha naziva se i olfaktorni sustav.

Tablica 1.2. Osnovni okusi i njihovi izvori u hrani (prerađeno prema: Marcus, 2013)

| Osnovni okusi | Hrana koja je izvor okusa |
|---------------|--|
| Slatko | Banana, mrkva, kukuruz, grožđe, šećeri, kruh |
| Slano | Šunka, sir, sol, soja-sos |
| Kiselo | Citrusi, vrhnje, jogurt, ocat |
| Gorko | Gorka naranča, kava, tamna čokolada, ekstradjevičansko maslinovo ulje |
| Umami | Zreli sirevi, odležano meso, fermentirani sojini proizvodi, gljive, parmezan |

Iako se osjetilom njuha može razlikovati znatno više spojeva nego osjetilom okusa, njuh i okus blisko su povezani te se mogu smatrati sestričnim osjetima. **Aroma** je značajka hrane koja objedinjuje okus i miris. Upravo je olfaktorni sustav taj koji omogućava doživljaj mirisa i arome. Miris se doživljava tako što hlapivi sastojci hrane, nakon njihova udisanja kroz nosnu šupljinu, putuju do olfaktornih receptora. Kad je riječ o doživljaju arome, hlapivi sastojci iz hrane tijekom žvakanja u usnoj šupljini također putuju do olfaktornih receptora, ali iz stražnjeg smjera (retronazalno), rezultirajući različitim doživljajima arome (Marković, 2013).

Osjetilo opipa se osim na dlanovima i jagodicama prstiju nalazi i u usnoj šupljini. Pomoću njega se zamjećuje: grubost ili finoća; glatkoća ili hrapavost; mekoća ili tvrdoća; pastoznost ili tečnost; elastičnost ili mrvljivost i dr.

Osjetilo sluha, iako najmanje utječe na doživljaj ugone, nije nevažno za nadopunu percepcije senzorskih svojstava. Pomoću njega se detektira primjerice šum mjehurića kod gaziranih pića ili hrskanje čipsa pod zubima (Koprivnjak, 2014).

1.2.3. Trajnost hrane

Trajnost hrane svojstvo je da ona u uobičajenim uvjetima čuvanja određeno vrijeme zadrži svoju izvornu hranjivu vrijednost i karakteristična senzorska svojstva. Budući da se rok trajnosti mora obavezno navesti na hrani, pomoću tog podatka potrošači mogu objektivno prosuditi njezinu kvalitetu. Rok trajnosti može biti istaknut u obliku navoda: „upotrijebiti do (datum)“ i „najbolje upotrijebiti do (datum)“.

„**Upotrijebiti do** (datum)“ navod je koji se koristi za hranu koja je s mikrobiološkog stajališta lako kvarljiva. Nakon isteka navedenog datuma hrana više nije sigurna za konzumaciju jer može izazvati trovanje. Nakon isteka navedenog datuma hranu nije dozvoljeno zamrzavati, kuhati ili na bilo koji način obrađivati.

„**Najbolje upotrijebiti do** (datum)“ navod je koji se koristi kod ostalih skupina hrane, a označava minimalnu trajnost. Nakon isteka tog roka hranjiva vrijednost i senzorska svojstva mogu ostati zadržani ili mogu biti promijenjeni, ali ako je hrana bila propisno uskladištena, njezina konzumacija neće predstavljati rizik za zdravlje (Koprivnjak, 2014).

1.2.4. Autentičnost hrane

Autentičnost ili izvornost hrane podrazumijeva vjerodostojnost svih informacija koje se nalaze na hrani (naziv, popis sastojaka, neto količina, podrijetlo ili posebne značajke – ekološka proizvodnja, zaštićena oznaka podrijetla, prehrambene ili zdravstvene tvrdnje i dr.). Autentičnost je svojstvo koje je potrošačima vrlo važno jer im ulijeva povjerenje u određeni proizvod, a povjerenje rezultira većim zadovoljstvom i češćom konzumacijom.

1.2.5. Metode određivanja kvalitete hrane

Praćenje kvalitete važno je prilikom proizvodnje kako bi se osiguralo da je proizvod ujednačenih, uvijek istih značajki, a prilikom razvoja novog proizvoda određivanje kvalitete ima za cilj provjeru prihvatljivosti kod potrošača.

Metode određivanja kvalitete hrane mogu biti subjektivne i objektivne.

Subjektivne metode uključuju korištenje ljudskih osjetila, dok **objektivne metode** podrazumijevaju metode kemijske, mikrobiološke ili drugih analiza ili mjerenje pomoću mjernih uređaja ili instrumenata. Izgled, tekstura i aroma uglavnom su subjektivne značajke, dok su hranjiva vrijednost i mikrobiološka kvaliteta hrane objektivne značajke.

I subjektivne i objektivne metode važne su i gotovo uvijek se nadopunjuju. Dok subjektivne metode prosuđuju ukupnu prihvatljivost proizvoda, objektivnim metodama dobiva se informacija o jednom svojstvu i ta informacija sama za sebe nije dovoljna za donošenje zaključka o kvaliteti.

Senzorske analize nužne su prilikom razvoja proizvoda za procjenu njegove prihvatljivosti jer samo potrošači mogu procijeniti je li im neka hrana prihvatljiva, dok su objektivne metode nužne za rutinsku provjeru stalnosti kvalitete hrane. Usporedba značajki subjektivnih i objektivnih metoda određivanja kvalitete hrane prikazana je u tablici 1.3.

Tablica 1.3. Usporedba objektivnih i subjektivnih metoda određivanja kvalitete hrane (prerađeno prema: Vaclavik i sur., 2021)

| Objektivne metode | Subjektivne metode |
|--|---|
| Provode se pomoću uređaja korištenjem fizikalnih i kemijskih metoda analize. | Provode ih ljudi svojim osjetilima. |
| Nužne su za rutinsku kontrolu kvalitete. | Nužne su za razvoj i promidžbu novog proizvoda. |
| Ne sugerira promjene nego za svaku hranu treba pronaći metodu kojom će se pojedino promijenjeno svojstvo provjeriti. | Na temelju detekcije osjetilima moguće je brzo dati prijedlog za izmjene sastava, izgleda, ambalaže i sl. |
| Ne mogu dati informaciju o prihvatljivosti dok se ne koreliraju sa senzorskom ocjenom. | Daju informaciju o prihvatljivost kod potrošača. |
| Rezultati su točni, pouzdani i ponovljivi. | Rezultati su varijabilni. |
| Brže su i jeftinije. | Zahtijevaju puno vremena i skupe su. |

Potrošači često subjektivno procjenjuju kvalitetu i donose odluku o prihvatljivosti pojedine hrane na temelju njezinog izgleda. **Izgled** hrane uključuje boju, veličinu, strukturu, prozirnost ili mutnoću i teksturu.

Boja može ukazivati na stupanj zrelosti (voće i povrće), stupanj pečenosti (kruh), jakost (kava, čaj) ili značajke sorte (vino). Promjena boje može također ukazivati na kvarenje, stupanj svježine ili način obrade. Potrošači očekuju da pojedina skupina hrane bude određene boje i ako to nije slučaj, zaključit će da ta hrana nije zadovoljavajuće kvalitete. Slično je i s **veličinom**. Primjerice kod jaja, veličina će odrediti razred kvalitete i cijene. **Struktura** je važna značajka za pečene proizvode. Sredina kruha nakon pečenja mora biti ujednačene strukture s puno manjih pora. **Prozirnost ili mutnoća** je svojstvo važno primjerice za sokove. Potrošači očekuju da sok od jabuke bude bistar, a sok od naranče mutan jer sadrži pulpu. Izostanak tih značajki potrošači će procijeniti kao defekt kvalitete.

Tekstura se odnosi na značajke koje se mogu osjetiti prstima, jezikom, nepcem ili zubima. Tekstura hrane najčešće se opisuje osjetom u ustima (*mouthfeel*). Subjektivnim metodama tekstura se može odrediti žvakanjem, pa se hrana može opisati kao tvrda, mekana, krhka, gusta, ljepljiva i sl. Različite teksture mogu se smatrati poželjnima s aspekta kvalitete (primjerice: hrskavi čips, tvrdi bombon, mekani odrezak, kremasti sladoled i dr.). Tekstura je jedan od indikatora kvalitete koji se može promijeniti tijekom skladištenja. Primjerice voće i povrće mogu izgubiti vlagu uslijed neadekvatnog skladištenja i kora im umjesto glatka, tvrda i hrskava postaje hrapava, mekana i gumasta. Tekstura sladoleda koji se ne čuva na adekvatnoj temperaturi može od kremaste postati „pjeskovita“, kao posljedica promjena zbog oscilacije temperature (Vaclavik i sur., 2021).

1.3. Literatura

- Alibabić, V., Mujić, I. (2016): Pravilna prehrana i zdravlje. Veleučilište u Rijeci, Rijeka.
- Amit, S. K., Uddin, M. M., Rahman, R., Islam, R. S. M., Khan, M. S. (2017): A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing. *Agriculture & Food Security* 6, 51.
- EuroFIR – European Food Information Resource (2006): Eurocode2 – Position Paper on the Eurocode 2 Food Coding System. Dostupno na: <http://archives.foodcomp.info/eurofir/Downloads/Documents/Deliverables2006/Eurocode2%20Position%20Paper%20D167.pdf>. Pristupljeno: 8. 11. 2022.
- FAO – Food and Agriculture Organization (2019): Ultra-processed foods, diet quality, and health using the NOVA classification system. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Hruškar, M. (2013): Umami – peti okus. U: 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani (ur. Šatalić, Z.). Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, Zagreb, 161-162.
- Hrvatski sabor (2013): Zakon o hrani, Narodne novine 81 (izmjene: 14/2014; 15/2018).
- ISO – International Organization for Standardization (2015): Sustav upravljanja kvalitetom – Temeljna načela i terminološki rječnik, ISO 9000:2015, 5. izd. Hrvatski zavod za norme, Zagreb.
- Koprivnjak, O. (2014): Kvaliteta, sigurnost i konzerviranje hrane. Medicinski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka. Dostupno na: <https://repository.medri.uniri.hr/islandora/object/medri:2798>. Pristupljeno: 30. 8. 2022.
- Marcus, J. B. (2013): Culinary Nutrition – The Science and Practice of Healthy Cooking. Elsevier – Academic Press, Oxford.
- Marković, K. (2013): Moć mirisa. U: 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani (ur. Šatalić, Z.). Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, Zagreb, 162-164.
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., Campbell, T. (2021): Essentials of Food Science, 5. izd. Springer Nature, Cham.

2. RUKOVANJE HRANOM



2. RUKOVANJE HRANOM

2.1. Kvarenje hrane

2.1.1. Čimbenici koji izazivaju kvarenje hrane

Kvarenje hrane označava proces kojim se značajno smanjuje kvaliteta hrane, bilo na način da konzumacija takve hrane može ugroziti zdravlje (hrana postaje nesigurna za zdravlje) ili na način da hrana gubi svoja poželjna svojstva. Promjene na hrani koje nastaju kao posljedica kvarenja mogu biti **vidljive** (promjena boje, okusa, mirisa ili teksture) ili **nevidljive** (mikrobiološko kvarenje, promjena sastava).

Brojni su čimbenici koji mogu izazvati kvarenje hrane, a mogu se grupirati u dvije skupine: fizičko-kemijski i biološki (Koprivnjak, 2014). Čimbenici kvarenja često se isprepleću i prisutnost jednog čimbenika može biti poticaj za manifestaciju nekoga drugog mehanizma. Primjerice mehanička oštećenja na hrani koja nastaju tijekom manipulacije, transporta, skladištenja ili kao posljedica djelovanja štetočina mogu potaknuti druge neželjene promjene.

2.1.2. Fizičko-kemijski čimbenici

Fizičko-kemijski čimbenici koji mogu izazvati promjene na hrani su: kisik, toplina, svjetlo i zračenje te sadržaj vode.

Djelovanje kisika može imati za posljedicu oksidaciju nezasićenih masnih kiselina (koja se manifestira kao užegnutost masti), gubitak boje, gubitak vitamina (A, D, E, B₁, B₉, B₁₂) ili gubitak arome. U hrani bogatoj bjelančevinama (primjerice meso i riba) zbog oksidacije pod djelovanjem kisika može doći do dezaminacije aminokiselina, pri čemu nastaju amonijak i organske kiseline (Jay, 2000).

Djelovanjem topline, do kojeg dolazi ako se hrana čuva ili se njome manipulira na višoj temperaturi od preporučene, može doći do izlaska vode ili drugih hlapljivih sastojaka. Time su uzrokovane sljedeće promjene na hrani: isušivanje, smežuranje, gubitak arome, denaturacija bjelančevina, ubrzavanje kemijskih reakcija ili ubrzavanje rasta i razmnožavanja mikroorganizama. Na djelovanje topline najosjetljiviji su voće i povrće, meso, mlijeko, riba i jaja. Te skupine hrane osjetljive su kako na povišenu tako i na sniženu temperaturu, pogotovo ako temperatura nije usklađena s relativnom vlažnošću (Amit i sur., 2017).

Djelovanje svjetla i zračenja ima nepovoljan učinak ako je hrana izložena vidljivom i ultraljubičastom zračenju, koje može dovesti do promjene boje, gubitka nekih vitamina (A, D, K, B₂, B₆, B₁₂, C), ali i ubrzavanja kemijskih i biokemijskih reakcija. Sprečavanje neželjenog djelovanja svjetla i zračenja postiže se pakiranjem hrane u nepropusnu ambalažu (Koprivnjak, 2014).

Promjene u sadržaju vode mogu se manifestirati kao povećanje, smanjenje ili migracija vode (Fabunmi i sur., 2015). Migracija vode izravno je povezana s aktivitetom vode³. Kada se hrana nalazi u određenom okruženju, konstantno dolazi do izmjene vode između hrane i okruženja sve do uspostavljanja ravnoteže. U trenutku uspostavljanja ravnoteže, pomoću aktiviteta vode može se odrediti koliki dio slobodne vode stoji na raspolaganju za odvijanje aktivnosti prisutnih mikroorganizama, tj. aktivitet vode pogodan je parametar pomoću kojega se može kontrolirati mikrobn rast i razvoj (Adams i Moss, 2008). Aktivitet vode smanjuje se sniženjem temperature. Na sobnoj temperaturi aktivitet vode je 1,0, dok na -20°C iznosi 0,82, a na -40°C iznosi 0,68 (Amit i sur., 2017). Granična vrijednost aktiviteta vode za rast mikroorganizama je 0,6, a ispod te vrijednosti mikrobiološko kvarenje hrane nije moguće iako se kvarenje može dogoditi zbog drugih uzroka.

³ Aktivitet vode (a_w): omjer tlaka vodene pare neposredno iznad površine hrane i tlaka pare destilirane vode pri uvjetima postizanja ravnoteže.

2.1.3. Biološki čimbenici

Biološki čimbenici koji uzrokuju promjene na hrani su: mikroorganizmi, endogeni enzimi i štetočine. **Mikroorganizmi** u hrani vrše njezinu razgradnju na jednostavnije spojeve koje potom koriste za svoj rast i razvoj, a produkte razgradnje izlučuju u hranu. Mikrobiološko kvarenje može biti bez ikakvih vidljivih obilježja, ali se može manifestirati i vidljivim rastom plijesni, promjenom boje, okusa, mirisa, konzistencije, bistroće, oslobađanjem plinova i slično. Mikroorganizmi uključeni u kvarenje hrane su: bakterije, paraziti, virusi, kvasci i plijesni. Svaka skupina mikroorganizama zahtijeva specifične uvjete rasta i razvoja te hranu koja je idealna podloga za njihovu aktivnost.

Mikrobiološka aktivnost može se događati u aerobnim i u anaerobnim uvjetima. **Aerobni uvjeti** podrazumijevaju prisutnost kisika, dok su **anaerobni uvjeti** bez kisika.

Iako u kvarenju hrane mogu sudjelovati različiti mikroorganizmi, posebna pozornost posvećuje se bakterijskoj aktivnosti. Neke bakterijske vrste u nepovoljnim okolišnim uvjetima prelaze u iznimno otporan oblik, u kojem ostaju dok se ponovno ne stvore povoljni okolišni uvjeti za njihovu aktivnost. Takav otporan bakterijski oblik naziva se **spora**. U trenutku uspostave povoljnih okolišnih uvjeta spora prelazi u **vegetativni oblik**. Ovisno o sposobnosti stvaranja spora, bakterijske vrste mogu biti sporulirajuće (*Clostridium botulinum*, *Bacillus cereus*) i nesporulirajuće (*Salmonella* spp., *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*). Činjenica da bakterijska vrsta može stvarati spore važna je pri odabiru metoda konzerviranja. Osim bakterija, uzročnici kvarenja hrane mogu biti i paraziti (*Trichinella spiralis*), virusi (hepatitis A i E) te kvasci i plijesni.

Mikroorganizmi su najčešći uzrok trovanja hranom, što dodatno naglašava važnost prevencije njihove prisutnosti i razmnožavanja u hrani. Patogeni mikroorganizmi koji rastu u hrani ili se prenose hranom mogu izazvati intoksikaciju i infekciju. **Intoksikacija** nastaje kao posljedica rasta mikroorganizama i njihove proizvodnje toksina u hrani. Upravo toksini koje proizvode mikroorganizmi uzrokuju pojavu bolesti. **Infekcija** je bolest koja nastaje kao posljedica unosa mikroorganizama. Nakon njihova unosa u organizam ti mikroorganizmi u probavnom sustavu izazivaju bolesti (Frece i Markov, 2014).

Endogeni enzimi uzrokuju razgradnju pojedinih sastojaka hrane, što se manifestira omekšavanjem strukture, nastankom tvari neugodnog mirisa te promjenama boje. Primjer enzimatски uzrokovane neželjene promjene boje je posmeđivanje površine narezanog voća ili povrća koje je izloženo djelovanju zraka (Koprivnjak, 2014). Ako prilikom manipulacije voćem ili povrćem dođe do mehaničkog oštećenja ploda, može se aktivirati enzim pektinaza koja razgrađuje pektin⁴. Razgradnja pektina ima za posljedicu omekšavanje ploda i dodatno stvaranje preduvjeta za mikrobnu aktivnost (Enfors, 2008).

Štetočine koje mogu utjecati na kvarenje hrane su: glodavci (štakori i miševi) i insekti (kućne muhe, žohari, moljci, mravi i dr). Štetočine, osim što mogu izravno uništiti hranu, predstavljaju opasnost i zato što mogu djelovati kao prijenosnici zagađenja iz okolnog prostora na hranu te na taj način uzrokovati kvarenje hrane. Za sprečavanje njihovog djelovanja nužno je održavati higijenske uvjete u prostoru gdje se manipulira hranom te provoditi postupke njihovog uništavanja. Postupak uništavanja glodavaca naziva se **deratizacija**, a postupak uništavanja insekata **dezinsekcija** (Šimundić, 2008).

⁴ Pektin: polisaharid građen od jedinica galakturonske kiseline koji izgrađuje staničnu stijenku voća i povrća.

2.2. Konzerviranje hrane

Konzerviranje hrane označava primjenu različitih postupaka kojima je cilj da se u što većoj mjeri i na što duži rok spriječi kvarenje i degradacija hrane uz ujedno očuvanje njezine izvorne kvalitete. Za uspješnu provedbu konzerviranja potrebno je poznavati uzročnike kvarenja i čimbenike koji mogu djelovati na smanjenje kvalitete hrane.

Prilikom odabira metode konzerviranja preporučljivo je prikloniti se onoj metodi koja će ne samo ukloniti uzročnike kvarenja hrane već će u najvećoj mjeri osigurati i očuvanje poželjnih sastojaka.

Budući da svaki čimbenik koji uzrokuje kvarenje ima specifične zahtjeve za ispoljavanje svoje aktivnosti, bit primjena metoda konzerviranja upravo je modifikacija okolišnih uvjeta na način da se uspori ili potpuno onemogući aktivnost čimbenika koji uzrokuju kvarenje.

Postupci konzerviranja hrane mogu se podijeliti na klasične i nove postupke. U klasične postupke ubrajaju se fizikalni postupci, biološki postupci i konzerviranje hrane dodacima, dok se novi postupci nazivaju još i netermički postupci konzerviranja (Šubarić i sur., 2014). Primjena novih (netermičkih) postupaka konzerviranja odgovor je prehrambene industrije na rastuće zahtjeve potrošača da hrana u što je moguće većoj mjeri zadrži svoja hranjiva i senzorska svojstva uz istodobno produženu trajnost (Dwivedi i sur., 2017).

2.2.1. Fizikalni postupci konzerviranja hrane

Fizikalni postupci konzerviranja uključuju: primjenu visoke temperature, primjenu niske temperature te postupke uklanjanja vode (Koprivnjak, 2014; Šubarić i sur., 2014).

Primjena visoke temperature

Postupci primjene visoke temperature uključuju pasterizaciju i sterilizaciju. Osnovna je razlika između tih dviju metoda u visini primijenjene temperature. Kod **pasterizacije** hrana se zagrijava na temperaturi nižoj od 100°C (najčešće na 85–95°C), dok se **sterilizacija** provodi na temperaturama iznad 100°C. Posljedično, pasterizacijom se uništavaju vegetativni oblici mikroorganizama, dok se sterilizacijom inaktiviraju i spore mikroorganizama.

Tijekom sterilizacije hrane, za razliku od pasterizacije, dolazi do promjene hranjive vrijednosti, a uslijed reakcija neenzimatskog posmeđivanja može doći i do nastanka neželjenih produkata. Da bi se spriječile neželjene reakcije, poželjno je sterilizaciju provesti u što kraćem vremenu. Ti postupci, koji su često naznačeni i na ambalaži proizvoda, označavaju se kao HTST (*High Temperature Short Time* – Visoka temperatura, kratko vrijeme) i UHT (*Ultra High Temperature* – Ultravisoka temperatura).

Postupci primjene visoke temperature mogu se provesti kao diskontinuirani i kao kontinuirani postupci. **Diskontinuirani postupci** podrazumijevaju da se hrana najprije napuni u ambalažu, iz ambalaže se ukloni višak zraka te se ona potom hermetički zatvara i toplinski obrađuje u autoklavu⁵.

Kontinuirani postupci provode se na tekućoj, polutekućoj ili kašastoj hrani koja se termički obrađuje prije punjenja i hermetičkog zatvaranja u ambalažu. Po završetku termičke obrade provodi se hlađenje te aseptičko punjenje i zatvaranje ambalaže. Aseptičko punjenje označava stavljanje sterilnog proizvoda u steriliziranu ambalažu i zatvaranje ambalaže uz održavanje sterilnih uvjeta.

⁵ Autoklav: uređaj za zagrijavanje tvari pod tlakom na temperaturu višu od njihovog vrelišta.

Primjena niske temperature

Postupci primjene niske temperature uključuju hlađenje i zamrzavanje. **Hlađenje** podrazumijeva čuvanje hrane na temperaturi iznad točke smrzavanja staničnog soka. Osim usporavanja aktivnosti i rasta mikroorganizama, tijekom hlađenja dolazi i do usporavanja kemijskih i biokemijskih reakcija. Snižavanjem temperature za 10°C usporavaju se kemijske reakcije dva do tri puta, a usporavaju se i neke biokemijske reakcije (primjerice na voću ili mesu) (Koprivnjak, 2014).

Brzina hlađenja ovisi o toplinskoj vodljivosti, početnoj temperaturi hrane, gustoći, sadržaju vlage, veličini komada hrane te o ambalaži. Hlađenje se najčešće provodi strujom hladnog zraka u izoliranim komorama, a hranu je uvijek preporučljivo tijekom hlađenja zaštititi tako da što manja površina bude izložena hladnom zraku (Light i Walker, 1990).

Tijekom hlađenja hrane rast mikroorganizama je usporen, ali nije zaustavljen, pa može doći do gubitaka hranjive vrijednosti (zbog disanja voća i povrća ili promjena na mesu i ribi), ali i do mikrobiološkoga kvarenja (Šubarić i sur., 2014). Optimalna temperatura čuvanja razlikuje se za pojedine vrste hrane i potrebno ju je poznavati (tablica 2.1.).

Tablica 2.1. Trajnost hrane pri različitim temperaturama čuvanja (pretrađeno prema: Herceg i sur., 2009)

| Hrana | Trajnost (dani) pri temperaturi | | |
|----------------|---------------------------------|------|------|
| | 0°C | 21°C | 37°C |
| Riba | 7 | 1 | <1 |
| Meso | 10 | 1 | <1 |
| Voće | 2–180 | 1–20 | 1–7 |
| Lisnato povrće | 3–20 | 1–7 | 1–3 |

Osim o temperaturi, trajnost ohlađene hrane ovisi i o relativnoj vlažnosti⁶ te sastavu atmosfere u kojoj se hrana nalazi. Ti su parametri obično od posebne važnosti za hranu koja sadrži značajne količine vode (primjerice voće, povrće, meso). Relativnu vlažnost idealno je održavati u rasponu 85–95 %, a u rashladnim komorama održava se automatski u ovisnosti o temperaturi i vrsti hrane koja se čuva. Ako je primjerice vlažnost niža od optimalne, može doći do isušivanja hrane, što se manifestira smežuravanjem kore voća ili gubitkom težine mesa. Ako je relativna vlažnost okolnog prostora viša od optimalne, može doći do nakupljanja vode na površini hrane, što pogoduje razvoju mikroorganizama.

Modifikacija sastava atmosfere podrazumijeva snižavanje udjela kisika, a povećavanje udjela ugljikovog dioksida i dušika. Na taj se način usporava dozrijevanje, inaktiviraju se enzimi te se usporava gubitak nekih vitamina (E, B₉, C). Promijenjeni sastav atmosfere u kojoj se hrana nalazi u odnosu na atmosferske uvjete naziva se **kontrolirana atmosfera** (sastav joj se održava konstantnim unutar zadanih granica) ili **modificirana atmosfera** (sastav se mijenja kao posljedica disanja samih plodova pri čemu oni troše kisik, a oslobađaju CO₂) (Koprivnjak, 2014).

Zamrzavanje je proces snižavanja temperature ispod točke smrzavanja staničnog soka. Na taj se način reducira aktivnost mikroorganizama i enzima, pa su zaustavljeni procesi kvarenja. Učinak zamrzavanja može se objasniti uz pomoć dva mehanizma: snižavanje temperature i prelazak vode u led. Tim mehanizmima postiže se uklanjanje vode, ali i modifikacija temperaturnih uvjeta potrebnih za rast i razvoj mikroorganizama.

Zamrzavanje omogućava dužu trajnost, a značajke kvalitete očuvane su u puno većoj mjeri nego u slučaju hlađenja. Međutim, da bi se u što većoj mjeri zadržale značajke kvalitete, hranu je prije zamrzavanja potrebno blansirati. **Blansiranje** je postupak toplinske obrade hrane vodom ili parom

⁶ Relativna vlažnost (%): količina vodene pare koja se nalazi u zraku u odnosu na maksimalnu količinu koju zrak može sadržavati pri određenoj temperaturi. Hlađenjem zraka relativna vlažnost raste.

s ciljem inaktivacije enzima, omekšavanja tkiva te uklanjanja zraka iz međustaničnog prostora. Blanširanje se provodi kroz nekoliko minuta na temperaturi 75–95°C (Herceg i sur., 2009).

Zamrzavanje je potrebno provesti što je moguće brže. Kod **brzog zamrzavanja** nastaje velik broj malih kristala leda te je manje oštećenje staničnih struktura u hrani, a koje može izazvati potencijalni gubitak kvalitete. Nasuprot tome, kod **sporog zamrzavanja** nastaje manji broj kristala, ali su oni veći, pa je mogućnost oštećivanja staničnih struktura puno veća i posljedično je veći i gubitak kvalitete. Iz tog se razloga danas primjenjuju postupci što bržeg zamrzavanja na što nižu temperaturu jer se takvim načinom u najvećoj mjeri mogu očuvati senzorska svojstva i hranjiva vrijednost. Temperatura na koju se hrana zamrzava uvijek je temperatura u središtu proizvoda, a vrijeme postupka je vrijeme potrebno da se postigne željena temperatura (Šubarić i sur., 2014). Na zamrznutoj hrani obično je označena trajnost pod uvjetima skladištenja i čuvanja. Preporučena temperatura skladištenja zamrznute hrane je -18°C.

Postupci uklanjanja vode

Postupci uklanjanja vode imaju za cilj dobivanje proizvoda s dovoljno malim sadržajem vode koji će mu omogućiti produženu trajnost, budući da je voda nužna za mikrobnu aktivnost. Uklanjanje vode iz čvrste hrane naziva se sušenje, dok se uklanjanje vode iz tekuće hrane naziva koncentriranje.

Sušenje je postupak pri kojem se udio vode smanjuje na 10–20 %, a može se provesti na više načina: strujom toplog zraka, uz pomoć infracrvenog zračenja ili mikrovalova, u dodiru s grijanom površinom ili liofilizacijom. Sušenje se najčešće primjenjuje na voće i povrće koje je potrebno prije sušenja blanširati.

Najčešće provedeni postupak je sušenje **strujom toplog zraka** koje se provodi u posebnim komorama ili sušarama, a može se provesti i u lebdećem sloju (komadići hrane lebde unutar zatvorenog prostora u kojem odozdo prema gore struji vrući zrak). Primjena **infracrvenog zračenja** ima prednost da se hrana ravnomjernije zagrijava. Sušenje u dodiru **s grijanom površinom** primjenjuje se za guste (kašaste) proizvode (primjerice pire od krumpira) koji se u tankom sloju nanose na grijanu površinu, a nakon isparavanja vode osušeni se materijal sastruže. Sušenje opisanim postupcima može izazvati promjene kvalitete hrane koje se očituju promijenjenim izgledom (smežurani, skvrčeni izgled, promijenjena boja), gubitkom hlapljivih sastojaka i promijenjenim sastavom uslijed denaturacije termolabilnih spojeva (Koprivnjak, 2014). Osim voća i povrća sušenjem se obično konzerviraju i meso i riba.

Liofilizacija je postupak koji se primjenjuje kada se žele izbjeći prethodno opisane nepoželjne promjene koje se mogu javiti tijekom sušenja. Bit procesa liofilizacije je da se hrana najprije brzo zamrzne (na -50°C) vodeći računa da nastanu mali kristali koji neće oštetiti stanične strukture, a zatim se pod vakuumom isparava voda. Osušeni proizvodi moraju se i pakirati u vakuumu. Takvim postupkom dobivaju se proizvodi očuvanih značajki kvalitete, nepromijenjenog okusa i oblika, očuvane hranjive vrijednosti te fine porozne strukture. Liofilizirani proizvodi lako se rekonstituiraju dodatkom vode te tada poprimaju svojstva gotovo identična svježoj hrani. Liofilizacijom se proizvode instant-kava i instant-čaj.

Koncentriranje je postupak koji se provodi s tekućom hranom, a podrazumijeva smanjenje udjela vode na 25–30 %. Koncentriranje se može provesti na tri načina: uparavanjem, kriokoncentriranjem te uz pomoć membranskih postupaka. Najčešće korišten postupak je uparavanje.

Uparavanje je postupak koncentriranja koji se temelji na dovođenju topline i odvođenju vodene pare koja pritom nastaje. Nedostatak je toga postupka u tome što može doći do gubitka hranjivih tvari i gubitka arome hrane. Da bi se spriječile te neželjene pojave, može se provesti postupak kriokoncentriranja. **Kriokoncentriranje** je kombinirani postupak u kojem se hrana najprije zamrzava na način da se potakne nastanak velikih kristala leda, a potom

se nastali kristali izdvajaju iz koncentrirane otopine prešama ili centrifugalnim separatorima. **Koncentriranje membranskim postupcima** provodi se na način da se hrana pumpa preko membrana te se izdvajanje provodi na temelju razlike u koncentraciji i osmotskom tlaku (Koprivnjak, 2014).

2.2.2. Biološki postupci konzerviranja hrane

Biološki postupci konzerviranja hrane temelje se na kontroliranoj primjeni mikroorganizama (najčešće bakterija i kvasaca) koji svojom aktivnošću stvaraju nepovoljne uvjete za razvoj uzročnika kvarenja. Tijekom biološkog konzerviranja dolazi do mliječno-kiselog vrenja, a kao njegova posljedica mijenjaju se konzistencija hrane, senzorska svojstva, ali se smanjuje i količina fermentabilnih šećera koji su potrebni za rast i razvoj mikroorganizama. Takvi postupci mogu se primjenjivati u preradi mlijeka (kod proizvodnje fermentiranih mliječnih proizvoda) ili u preradi povrća (kod kiseljenja kupusa, krastavaca, repe ili konzerviranja stolnih maslina) (Koprivnjak, 2014). U svim navedenim slučajevima nastaje novi proizvod karakterističnog okusa i mirisa, a proizvodi metabolizma bakterija mliječne kiseline inhibiraju djelovanje nepoželjnih mikroorganizama.

2.2.3. Konzerviranje hrane dodacima

Konzerviranje hrane dodacima podrazumijeva korištenje dodataka prirodnog podrijetla (prirodni konzervansi) i kemijskog podrijetla (kemijski konzervansi). Idealni dodatak s konzervirajućim učinkom mora biti učinkovit u maloj koncentraciji, ne smije biti toksičan, mora biti kompatibilan s ostalim sastojcima hrane te stabilan tijekom skladištenja ili pripreme hrane (Dwivedi i sur., 2017).

Kao **prirodni konzervansi** koriste se tvari koje se i samostalno upotrebljavaju kao hrana (primjerice sol, šećer, alkohol i ocat). Njihov će dodatak uz konzervirajući učinak promijeniti i okus hrane. U novije vrijeme sve se više istražuju i konzervirajući učinci začina i začinskog bilja. U **kemijske konzervanse** ubrajaju se konzervansi koji se u hranu dodaju kao aditivi⁷.

Prirodni konzervansi

Šećer će se ponašati kao samostalno sredstvo za konzerviranje ako se u hrani nalazi u koncentraciji od najmanje 70 %. Primjer za tako konzerviran proizvod je kandirano voće. Često se šećer koristi i kao konzervirajuće sredstvo u koncentraciji od 65 %, međutim tada je za potpuni konzervirajući učinak nužno provesti i postupak blage termičke obrade (primjerice kod proizvodnje džema ili marmelade).

Sol se kao konzervans može primjenjivati u suhom stanju (soljenje) ili u obliku koncentrirane otopine (salamurenje). Količina soli ovisi o vrsti mikroorganizama koje treba uništiti i kreće se u granicama 3–20 %. Neovisno o primijenjenoj koncentraciji, sol neće uništiti bakterijske spore, nego samo vegetativne oblike.

Octena kiselina uništava različite mikroorganizme, a za konzervirajući učinak najčešće se dodaje u obliku octa, i to u koncentraciji od 3 % u kombinaciji s ostalim metodama konzerviranja (dodatak soli i pasterizacija).

Alkohol pokazuje konzervirajući učinak u koncentraciji većoj od 15 % (Herceg i sur., 2009).

Začini i aromatično bilje također se u novije vrijeme istražuju zbog svojega potencijala da djeluju kao antimikrobni agensi, ali i kao prirodni antioksidansi, iako je njihovo djelovanje puno slabije u usporedbi s prethodno navedenim prirodnim konzervansima.

⁷ Aditivi: tvari točno poznatoga kemijskog sastava koje se dodaju hrani da bi se poboljšala njezina hranjiva, senzorska ili tehnološka svojstva. Mogu se dodati u bilo kojoj fazi proizvodnje, prerade ili distribucije. U popisu sastojaka označavaju se E-brojevima.

Takvi učinci pripisuju se luku (antimikrobna aktivnost), ekstraktu citrusa koji se dobiva od sjemenki, pulpe ili bijeloga unutrašnjeg dijela ispod kore (antibakterijsko, antifungalno, antivirusno djelovanje), klinčiću (antimikrobno djelovanje), cimetu (antifungalno i antibakterijsko djelovanje) i ekstraktu ružmarina (antibakterijsko djelovanje) (Dwivedi i sur., 2017).

Kemijski konzervansi

Konzervansi su tvari kemijskog podrijetla koje se dodaju s ciljem sprečavanja razvitka mikroorganizama, a glavna prednost njihove primjene u tome je što ne mijenjaju bitno senzorska svojstva hrane. U hranu se smiju dodavati samo konzervansi koji su toksikološki sigurni, i to u količini koja mora biti u skladu s propisima. Prisutnost konzervansa mora biti jasno istaknuta na hrani u popisu sastojaka, a najčešće se označavaju E-brojevima (Koprivnjak, 2014).

Neki od najčešće korištenih konzervansa u hrani su: sorbinska kiselina i njezine soli (sorbati), benzojeva kiselina i njezine soli (benzoati), propionska kiselina i njezine soli (propionati), sumporov dioksid i njegovi derivati, nitriti, nizin i lizozim.

2.2.4. Novi postupci konzerviranja hrane

Suvremeni potrošači traže hranu u kojoj su u najvećoj mogućoj mjeri sačuvane izvorne hranjive tvari i senzorske značajke, a da je ujedno osigurana produžena trajnost. S ciljem ispunjavanja tih zahtjeva, danas se intenzivno razvijaju tzv. **novi (netermički) postupci konzerviranja**. Značajka je tih postupaka da se obrada odvija na sobnoj temperaturi, iako se mora naglasiti da dolazi do neznatnog povišenja temperature kao posljedica obrade, a sam postupak traje kratko (1–10 minuta) (Herceg i sur., 2009).

U ovu skupinu postupaka konzerviranja ubrajaju se: konzerviranje visokim hidrostatskim tlakom, primjena ultrazvuka visoke snage, primjena pulsirajućega električnog polja, primjena ionizirajućeg zračenja i primjena ultraljubičastog zračenja. U komercijalne svrhe konzerviranja hrane danas se upotrebljavaju konzerviranje visokim hidrostatskim tlakom i konzerviranje ionizirajućim zračenjem.

Konzerviranje visokim hidrostatskim tlakom

Metoda obrade visokim hidrostatskim tlakom podrazumijeva podvrgavanje tekuće ili krute hrane djelovanju tlaka od 100 do 800 MPa, od nekoliko sekundi do 20 minuta. Princip djelovanja visokog tlaka objašnjava se činjenicom da hrana koja se obrađuje reagira na povišeni tlak tako da smanjuje svoj volumen, a posljedično dolazi do uništavanja mikroorganizama, usporavanja enzimatskih procesa, ali i promjena u građi pojedinih komponenata hrane. Postupak obrade hrane visokim hidrostatskim tlakom moguće je provesti samo na hrani koja ima najmanje 40 % vode.

Prednost je toga postupka u tome što je njime moguće osigurati konzervirajući učinak poput onoga postignutog pasterizacijom ili sterilizacijom, ali bez degradacije boje, gubitka arome i vitamina. Postupak je također ekološki prihvatljiv, a jedna je od njegovih značajki i mala potrošnja energije (Herceg i sur., 2009).

Nedostatak te metode obrade hrane je visoka cijena uređaja, što se odražava i na cijenu gotovog proizvoda. Ta tehnologija komercijalno se primjenjuje za obradu hrane kao što su: voćni sokovi, voćne pulpe, voćni i povrtni umaci, kamenice i sl.

Konzerviranje ionizirajućim zračenjem

U postupku konzerviranja ionizirajućim zračenjem hrana se podvrgava elektromagnetskom zračenju valne dužine manje od 30 nm i energije koja je dovoljna da izazove ionizaciju⁸. Ionizirajuće zračenje može se provesti: rendgenskim (X) zrakama, gama-zrakama i UV zračenjem. Energija iz tih izvora preniska je da bi izazvala radijaciju u hrani.

Učinak ionizirajućeg zračenja upotrebljava se za: dezinsekciju žitarica, voća ili povrća, sprečavanje klijanja povrća, usporavanje dozrijevanja voća i povrća te produženje trajnosti hrane inaktivacijom mikroorganizama (Logan i sur., 2010).

Učinak ionizirajućeg zračenja na mikroorganizme sličan je učinku termičke pasterizacije hrane, pa se taj postupak naziva i hladna pasterizacija, a pogodan je za hranu koja nakon tretmana ostaje u sirovom stanju (svježe meso, riba i plodovi mora). Obrada ionizirajućim zračenjem primjenjuje se i kod sušenoga aromatičnog bilja, začina i začinskog bilja, sušenog povrća i voća, biljke čaja, jaja u prahu (Koprivnjak, 2014). Hrana koja je podvrgnuta ionizirajućem zračenju, a namijenjena je krajnjem potrošaču ili posluživanju u ugostiteljskim objektima, mora na deklaraciji sadržavati oznaku „podvrgnuto ionizirajućem zračenju“ (Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi, 2008).

2.3. Sigurnost hrane

2.3.1. Definicija sigurnosti hrane

Potrošači danas s punim pravom očekuju da je sva hrana koja se nalazi na tržištu sigurna za konzumaciju. Uz prethodno navedene zahtjeve za kvalitetu hrane, proizvodnja i ponuda sigurne hrane imperativ je za sve koji su uključeni u lanac hrane. **Lanac hrane** koji se često opisuje frazom „od polja do stola“ uključuje brojne dionike u svim fazama pripreme, proizvodnje, prerade, pakiranja, skladištenja, prijevoza i distribucije hrane. Unutar lanca hrane vrlo je važno osigurati sljedivost.

Sljedivost je koncept koji se temelji na principu „korak naprijed, korak natrag“, a koji može u svakom trenutku identificirati pojedinu kariku u lancu hrane. Sljedivost se definira kao mogućnost ulaznja u trag hrani, hrani za životinje, životinji za proizvodnju hrane ili tvari koja se ugrađuje u hranu kroz sve faze proizvodnje, prerade i distribucije (Uredba (EZ) 178/2002). Poštujući taj koncept svaki je dionik u mogućnosti identificirati fizičku ili pravnu osobu koja ga je opskrbila hranom kao i subjekte koje je on opskrbio hranom. Poštovanje principa sljedivosti interes je proizvođača, distributera i potrošača hrane.

Sigurnost hrane je po definiciji jamstvo da hrana neće djelovati štetno na potrošača kada je pripremljena i/ili konzumirana u skladu s namjeravanom upotrebom (*Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission*, 2020). Primarna odgovornost za sigurnost hrane je na subjektu u poslovanju s hranom. **Subjekt u poslovanju s hranom** je fizička ili pravna osoba odgovorna za osiguravanje ispunjavanja zahtjeva propisa o hrani unutar poduzeća za poslovanje s hranom koji ona nadzire. Obaveza subjekta u poslovanju s hranom je osigurati nadležnim tijelima informacije na njihov zahtjev (Uredba (EZ) 178/2002).

Provedbeni okvir za sveobuhvatni pristup pitanjima sigurnosti hrane, obavezu izgradnje kulture sigurnosti hrane i kontinuirano poboljšanje sustava sigurnosti hrane daje *Codex Alimentarius (Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 2020)*. Taj dokument temelj je za europske uredbe koje reguliraju zakonodavstvo vezano uz hranu i higijenu hrane.

Codex Alimentarius u doslovnom prijevodu s latinskog znači „zakon o hrani“, a obuhvaća niz općih i posebnih normi (tzv. *Codex Standards*) kojima je cilj zaštita zdravlja potrošača i osiguravanje poštenih postupaka u trgovini hranom, a polazeći od zahtjeva da hrana koja

⁸ Ionizacija: postupak izbacivanja elektrona iz atoma ili molekule, pri čemu nastaju ioni.

se stavlja na bilo koje tržište mora biti sigurna i dobre kvalitete. Norme u dokumentu *Codex Alimentarius* utemeljene su na znanstvenim spoznajama. Iako nisu obavezne, često upravo Svjetska trgovinska organizacija (*World Trade Organization*) upućuje na njih pri rješavanju sporova u trgovini hranom. Brojni zakoni i propisi (na razini EU i zemalja članica) oslanjaju se upravo na norme *Codexa* (Havranek, 2004).

Povjerenstvo *Codexa Alimentarius*a međunarodna je organizacija koju su zajednički osnovali FAO (*Food and Agriculture Organization* – Organizacija za hranu i poljoprivredu) i WHO (*World Health Organization* – Svjetska zdravstvena organizacija) 1963. godine s ciljem usklađivanja međunarodnih standarda za hranu. *Codex Alimentarius* je zbirka međunarodnih standarda i smjernica dobre prakse kojima je glavni zadatak zaštita potrošača i promicanje pravedne prakse u trgovini sigurne i kvalitetne hrane. Republika Hrvatska članica je Povjerenstva *Codexa Alimentarius*a od 1994. godine, a od 1. srpnja 2013. sudjeluje kao punopravna članica Europske unije (Ministarstvo poljoprivrede, n.d.).

Suvremeni sustavi osiguranja sigurnosti hrane temelje se na dobroj higijenskoj praksi prema Općim načelima higijene hrane i Sustavu analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka (HACCP – *Hazard Analysis Critical Control Point*). U revidiranom dokumentu *Codex Alimentarius* – Opća načela higijene hrane, iz 2020. godine uvodi se pojam „kultura sigurnosti hrane“ kao opće načelo. Kultura sigurnosti hrane povećava sigurnost hrane poboljšanjem informiranosti i ponašanja zaposlenika u objektima za poslovanje s hranom. Također, precizira se upravljanje alergenima za sve subjekte u poslovanju s hranom (Uredba (EZ) 852/2004; Uredba Komisije (EU) 2021/382).

2.3.2. Preduvjetni programi

Preduvjetni programi naziv je za skup aktivnosti nužnih za održavanje higijenskih uvjeta u cjelokupnom lancu hrane, a ujedno su, kao što njihovo ime kaže, preduvjet uvođenja sustava osiguranja sigurnosti hrane (Wallace i Williams, 2001). Preduvjetni programi uključuju dobru higijensku praksu, dobru poljoprivrednu praksu i dobru proizvođačku praksu, kao i druge prakse i procedure poput treninga i sljedivosti koji čine osnovne uvjete u okolini i poslovanju za implementaciju sustava HACCP (*Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission*, 2020).

Preduvjetni programi odnose se na:

- **Objekte i njihov okoliš.** Objekti moraju biti izvedeni tako da se mogu redovito čistiti i dezinficirati. Okoliš treba biti čist, uredan i ograđen.
- **Radni prostor i pomoćne prostorije.** Radni prostor treba biti logično projektiran da putovi kretanja zaposlenika, robe i materijala ne predstavljaju rizik. Podovi, zidovi, prozori i drugi otvori, površine i oprema moraju se moći prati i dezinficirati.
- **Opskrbu zrakom, vodom i energijom.** Navedena opskrba mora biti takva da osigurava nesmetano odvijanje proizvodnje poštujući zahtjeve sigurnosti.
- **Odlaganje otpada.** Otpad treba identificirati, skupljati, odlagati i uklanjati na siguran način.
- **Upravljanje nabavljenim materijalima.** Potrebno je utvrditi postupak odabira, odobravanja i praćenja dobavljača kako bi se ustanovilo da su dobavljači sposobni ispuniti određene zahtjeve, čime se može utjecati na sigurnost hrane.
- **Prikladnost opreme.** Oprema mora biti izvedena i pozicionirana na način da se redovito može prati, čistiti i dezinficirati.

- **Mjere za sprečavanje križne kontaminacije.** Križna kontaminacija odnosi se na prijenos mikroorganizama i alergena na hranu: s hrane, sa zaposlenika ili s pribora i opreme. Proizvode je potrebno zaštititi od nenamjernog križnog doticaja s mikroorganizmima i alergenima, i to postupcima čišćenja, izmjenom proizvodnih linija i/ili redosljeda proizvoda.
- **Čišćenje i sanitaciju.** Potrebno je izraditi planove čišćenja koji se povremeno revidiraju te stalno nadziru i prate.
- **Kontrolu štetnika.** Potrebno je redovito provoditi mjere deratizacije. Deratizaciju provode ovlaštene tvrtke.
- **Održavanje osobne higijene zaposlenika.** Potrebno je posjedovati standardizirane upute za održavanje higijene namijenjene svim zaposlenicima i onima koji mogu doći u dodir s hranom.
- **Edukaciju zaposlenika.** Svi zaposlenici koji izravno ili neizravno dolaze u doticaj s hranom trebaju imati odgovarajuće razumijevanje higijene. Odgovarajućim programima edukacije potrebno je postići da zaposlenici steknu znanje i potrebne vještine koje im omogućuju rukovanje hranom na higijenski način.

2.3.3. Opasnosti u hrani

Opasnosti u hrani koje su povezane sa sigurnošću mogu biti biološke, kemijske i fizičke. **Biološke opasnosti** uključuju različite mikroorganizme koji u hranu mogu dospjeti zbog neadekvatnih higijenskih uvjeta u bilo kojem koraku proizvodnje, prerade ili distribucije hrane. U tu se skupinu ubrajaju bakterije (najčešće *Clostridium botulinum*, *Salmonella* spp, *Listeria monocytogenes*), paraziti (*Anisakis simplex*, *Trichinella*) ili virusi (hepatitis A, rotavirus). Biološke opasnosti mogu uzrokovati trovanja hranom.

Kemijske opasnosti uključuju tvari koje su prirodno prisutne u hrani, tvari koje su dodane tijekom obrade hrane ili tvari koje potječu iz okoliša. U tu skupinu opasnosti ubrajaju se: mikotoksini, toksini iz gljiva, pesticidi, antibiotici, hormoni rasta, teški metali i sl. Posebna pozornost u okviru kemijskih opasnosti pridaje se alergenima. **Alergeni** trebaju biti identificirani u sirovinama, svim sastojcima i proizvodima. Potrebno je osigurati sustav upravljanja alergenima kod prijema, obrade i skladištenja hrane. Sustav treba uključiti i prevenciju prisutnosti alergena gdje oni nisu deklarirani. Potrebno je izbjeći križnu kontaminaciju alergenima fizičkim ili vremenskim odvajanjem hrane koja sadrži alergen od one koja ga ne sadrži. Ako uz sve mjere nije moguće izbjeći križnu kontaminaciju, potrebno je potrošače o tome informirati. Iako alergije na hranu pogađaju relativno mali dio populacije (3–4 %), alergijska reakcija može biti teška, čak i potencijalno smrtonosna, i sve je očitije da osobe pogođene alergijama ili netolerancijama na hranu imaju znatno smanjenu kvalitetu života (Uredba Komisije (EU) 2021/382).

Fizičke opasnosti uključuju strana tijela koja se mogu naći u hrani (komadići stakla, metala, kosa, kamenčići i sl.). Prisutnost fizičke opasnosti može izazvati osjećaj nelagode kod potrošača, a ako se radi o većim komadima, može doći do gušenja. Skupine najosjetljivije na tu opasnost su stariji potrošači i mala djeca.

2.3.4. Sustav analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka (HACCP)

HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point) – Sustav analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka je sustav koji omogućava identifikaciju, praćenje, procjenu i uspostavu kontrole nad kemijskim, fizičkim i biološkim opasnostima u hrani koje su važne za sigurnost hrane u svim fazama proizvodnje, prerade i distribucije. Uspostava i održavanje postupaka utemeljenih na načelima HACCP sustava obaveza je subjekata u poslovanju hranom (Hrvatski sabor, 2022).

Sustav je razvijen 60-ih godina 20. stoljeća za potrebe NASA-e (*National Aeronautics and Space Administration*), a 1993. godine taj je koncept ugrađen i u *Codex Alimentarius* koji je izdao Vodič za primjenu Sustava analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka (*Guidelines for the Application of HACCP system*). HACCP sustav specifičan je za svaki tip proizvodnje, prerade i distribucije hrane. Jedna od njegovih osnovnih značajki je da se temelji na samokontroli tijekom cijelog procesa, za razliku od prijašnjih sustava, koji su se temeljili na kontroli gotovog proizvoda. HACCP sustav podrazumijeva kontrolu „od polja do stola“, tj. kontroliraju se sirovina, ambalaža, skladištenje, distribucija i prodaja krajnjem potrošaču.

Načela HACCP sustava

Sustav analize opasnosti i kritičnih kontrolnih točaka (HACCP) temelji se na sedam načela (Ministarstvo poljoprivrede, 2015; *Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission*, 2020), a to su:

- 1. Utvrđivanje opasnosti** koje se moraju spriječiti, ukloniti ili smanjiti na prihvatljivu razinu. To načelo podrazumijeva utvrđivanje potencijalnih bioloških, kemijskih i fizičkih opasnosti koje se mogu pojaviti u bilo kojoj fazi pripreme, proizvodnje, prerade, pakiranja, skladištenja, prijevoza i distribucije hrane.
- 2. Definiranje kontrolnih i kritičnih kontrolnih točaka** u koraku ili u koracima u kojima je kontrola nužna za sprečavanje ili uklanjanje opasnosti ili za njezino smanjivanje na prihvatljivu razinu. Koraci u procesu koji su u analizi opasnosti identificirani kao važni za sigurnost hrane, a nisu identificirani kao kritična kontrolna točka identificiraju se kao kontrolna točka.
- 3. Uspostavljanje kritičnih granica za kontrolnu i kritičnu kontrolnu točku.** Kritična granica predstavlja kriterij za odvajanje prihvatljivog od neprihvatljivog u smislu dozvoljenih vrijednosti koje mogu postići parametri za biološke, kemijske ili fizičke opasnosti.
- 4. Uspostavljanje i provođenje nadzora kontrolnih i kritičnih kontrolnih točaka.** Nadzor (monitoring) je plan mjerenja ili opažanja kontrolne i kritične kontrolne točke u odnosu na njezine kritične granice. Mjerenje ili opažanje može provoditi djelatnik ili se može provoditi korištenjem opreme.
- 5. Propisivanje korektivnih mjera.** Korektivne mjere poduzimaju se kada rezultati nadzora u kritičnoj kontrolnoj točki pokazuju gubitak kontrole. Korektivne mjere propisuju se HACCP planom.
- 6. Utvrđivanje postupaka za provjeru (verifikaciju) sustava.** Provjera sustava uključuje ispitivanje funkcioniranja cjelokupnog HACCP sustava radi potvrde njegove učinkovitosti. Ako je potrebno, ovo načelo rezultira izmjenama i dopunama definiranih postupaka.
- 7. Uspostavljanje dokumentacije i evidencija.** Dokumentacija i evidencije moraju biti primjereni veličini subjekta u poslovanju s hranom, a predstavljaju dokaz primjene svih prethodno navedenih načela. Dokumentacije i evidencije moraju se čuvati kako bi se nadležnim tijelima omogućilo da u okviru službenih kontrola provedu reviziju HACCP sustava.

HACCP sustav treba biti prilagođen svakom subjektu u poslovanju s hranom, treba biti fleksibilan i prilagodljiv, ali ne odstupati od sedam temeljnih načela. Fleksibilnost podrazumijeva da prilikom implementacije treba uzeti u obzir vrstu djelatnosti, prirodu operacija koje se provode, infrastrukturu, ljudske i financijske resurse, procese, znanja i praktična ograničenja te rizike vezane uz proizvedenu hranu.

HACCP plan

Dokument koji izrađuje svaka organizacija, a u skladu je s načelima HACCP sustava naziva se **HACCP plan**. Zadatak HACCP plana je osiguravanje kontrole značajnih opasnosti u poslovanju s hranom. Na implementaciji HACCP sustava radi HACCP tim.

HACCP plan temelji se na sedam načela HACCP sustava kojima prethode logički povezani sljedeći koraci:

1. **Formirati HACCP tim.** HACCP tim treba biti multidisciplinaran i mora uključivati osobe zadužene za održavanje, proizvodnju, kontrolu kvalitete te čišćenje i dezinfekciju. Zadatak HACCP tima je identificirati opseg HACCP sustava i primjenjive preduvjetne programe.
2. **Opisati proizvod.** Svi podaci relevantni za sastav, sigurnost, način proizvodnje, pakiranje, trajnost, skladištenje i distribuciju proizvoda moraju biti opisani.
3. **Identificirati namjeravanu upotrebu i korisnika proizvoda.** Namjeravana upotreba proizvoda kako od subjekta u poslovanju s hranom tako i od sljedećeg subjekta u lancu opskrbe hranom mora biti opisana.
4. **Izraditi dijagram toka.** Dijagram toka treba uključiti sve korake u procesu proizvodnje, treba biti jasan, točan i dovoljno detaljan da se može provesti analiza opasnosti.
5. **Potvrditi dijagram toka na lokaciji.** U potvrdu dijagrama toka na lokaciji trebaju biti uključene osobe koje imaju dovoljno znanja o procesu.

Nakon provedbe navedenih pet koraka daljnji koraci u izradi HACCP plana uključuju 7 načela HACCP sustava kako slijedi:

1. Popisivanje potencijalnih opasnosti i povezivanje sa svakim korakom procesa te provedba analize opasnosti (Načelo 1.)
2. Određivanje kontrolnih i kritičnih kontrolnih točaka (Načelo 2.)
3. Uspostavljanje kritičnih granica za kontrolnu i kritičnu kontrolnu točku (Načelo 3.)
4. Uspostavljanje i provođenje nadzora kontrolnih i kritičnih kontrolnih točaka (Načelo 4.)
5. Propisivanje korektivnih mjera (Načelo 5.)
6. Utvrđivanje postupaka za provjeru (verifikaciju) sustava (Načelo 6.)
7. Uspostavljanje dokumentacije i evidencija (Načelo 7.).

Ugostiteljstvo, za razliku od industrijskih pogona za proizvodnju hrane ima sljedeće specifičnosti koje treba uzeti u obzir kod implementacije HACCP sustava (Krešić, 2012):

- Velik broj receptura i njihova česta modifikacija
- Neujednačenost sirovina po vrsti i kvaliteti
- Česta promjena radne snage
- Puno ručnog rada pri pripremi hrane
- Različiti načini ponude hrane krajnjem potrošaču.

Pridržavanje higijenske prakse i principa sigurnosti hrane za subjekte u poslovanju s hranom ima sljedeće ciljeve: razviti, implementirati i verificirati procese osiguranja sigurnosti hrane; osigurati kompetentnost osoblja; izgraditi pozitivnu kulturu sigurnosti hrane; pridonijeti održavanju povjerenja u prometu s hranom te osigurati jasne i lako razumljive informacije potrošačima.

Te informacije potrošačima olakšavaju identifikaciju alergena i daju mogućnost zaštite od njihove kontaminacije kao i sprečavanje mikrobiološke kontaminacije kroz ispravno skladištenje, rukovanje i pripremu hrane (*Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission, 2020*).

Važan element upravljanja sigurnošću hrane je i osiguravanje informacija o proizvodu i povećanje svjesnosti potrošača. Svi proizvodi trebaju imati informacije koje omogućavaju sljedećem subjektu u lancu hrane da rukuje, pripremi i skladišti proizvod na odgovarajući način. Pretpakirana hrana treba imati točnu deklaraciju kao i jasnu informaciju o alergenima. Potrošači trebaju biti educirani o higijenskom rukovanju s hranom.

Potrošači bi trebali biti informirani i o preporukama Svjetske zdravstvene organizacije o 5 ključeva za sigurniju hranu, a to su: održavanje čistoće, odvajanje sirove od kuhane hrane, potpuna termička obrada hrane, čuvanje hrane na sigurnim temperaturama te upotreba sigurne vode i svježih namirnica (WHO, 2006).

2.4. Literatura

- Adams, M. R., Moss, M. O. (2008): Food Microbiology. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.
- Amit, S. K., Uddin, M. M., Rahman, R., Islam, R. S. M. R., Khan, M. S. (2017): A review of mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing. *Agriculture & Food Security* 6, 51.
- Dwivedi, S., Prajapati, P., Vyas, N., Malviya, S., Kharia, A. (2017): A review on food preservation: methods, harmful effects and better alternatives. *Asian Journal of Pharmacy and Pharmacology* 3(6), 193-199.
- Enfors, S-O. (2008): Food Microbiology. KTH School of Biotechnology, Stockholm.
- Fabunmi, O. A., Osunde, Z. D., Alababan, B. A., Jigam, A. A. (2015): Influence of moisture content and temperature interaction on mechanical properties of desma (Novella pentadesma) seed. *Journal of Advances in Food Science and Technology* 2(2), 81-85.
- Frece, J., Markov, K. (2014): Mikrobiološki kriteriji. U: Uvod u sigurnost hrane (ur.: Babić, I., Dugum, J.). Inštitut za sanitarno inženierstvo, Ljubljana, 173-183.
- Havraneck, T. (2004): Codex Alimentarius. Meso 6, 5-6.
- Herceg, Z., Režek Jambrak, A., Rimac Brnčić, S., Krešić, G. (2009): Procesi konzerviranja hrane – Novi postupci. Golden marketing-Tehnička knjiga, Zagreb.
- Hrvatski sabor (2022): Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu. Narodne novine 83.
- Jay, J. M. (2000): Modern Food Microbiology, 6. izd. Aspen Publishers, Gaithersburg.
- Joint FAO/WHO Codex Alimentarius Commission (2020): General Principles of Food Hygiene CXC 1-1969, Rev. 2020. World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Koprivnjak, O. (2014): Kvaliteta, sigurnost i konzerviranje hrane. Medicinski fakultet, Sveučilište u Rijeci, Rijeka. Dostupno na: <https://repository.medri.uniri.hr/islandora/object/medri:2798>. Pristupljeno 18. 6. 2021.
- Krešić, G. (2012): Trendovi u prehrani. Fakultet za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu, Sveučilište u Rijeci, Opatija.
- Light, N., Walker, A. (1990): Cook-Chill Catering: Technology and Management. Elsevier Science Publishing co. Inc., New York.
- Logan, E., Heldman, D. R., Moraru, C. I. (2010): Irradiation: Ionizing: Food. U: Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering, 2. izd. (ur.: Heldman D. R., Moraru C. I.). CRC Press, Boca Raton, 869-872.
- Ministarstvo zdravstva i socijalne skrbi (2008): Pravilnik o hrani podvrgnutoj ionizirajućem zračenju, Narodne novine 38.
- Ministarstvo poljoprivrede (2015): Pravilnik o pravilima uspostave sustava i postupaka temeljenih na načelima HACCP sustava, Narodne novine 68.
- Ministarstvo poljoprivrede (n.d.): Codex Alimentarius. Dostupno na: <https://poljoprivreda.gov.hr/istaknute-teme/hrana-111/codex-alimentarius/223>. Pristupljeno: 10.11.2022.
- Šimundić, B. (2008): Prehrambena roba, prehrana i zdravlje. Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Sveučilište u Rijeci, Opatija.

- Šubarić, D., Ačkar, Đ., Babić, J. (2014): Procesi konzerviranja hrane. U: Uvod u sigurnost hrane (ur.: Babić, I., Đugum, J.). Inštitut za sanitarno inženierstvo, Ljubljana, 147-160.
- Uredba (EZ) 178/2002 Europskog parlamenta i vijeća od 28 siječnja 2002. o utvrđivanju općih načela i uvjeta zakona o hrani, osnivanju Europske agencije za sigurnost hrane te utvrđivanje postupaka u područjima sigurnosti hrane. Službeni list Europske unije, L 031/1.
- Uredba (EZ) 852/2004 Europskog parlamenta i Vijeća od 29. travnja 2004. o higijeni hrane. Službeni list Europske unije, L 139/1.
- Uredba Komisije (EU) 2021/382 od 3. ožujka 2021. o izmjeni priloga Uredbi (EZ) br. 852/2004 Europskog parlamenta i Vijeća o higijeni hrane u pogledu upravljanja alergenima u hrani, preraspodjele hrane i kulture sigurnosti hrane. Službeni list Europske unije, L 74/3.
- Wallace, C., Williams, T. (2001): Pre-requisites: a help or hindrance to HACCP? *Food Control* 12, 235-240.
- WHO – World Health Organization (2006): Five Keys to Safer Food Manual. World Health Organization, Geneva.

3. HRANJIVE TVARI



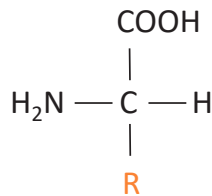
3. HRANJIVE TVARI

3.1. Bjelančevine

Bjelančevine se nazivaju još i proteini, a predstavljaju komponente hrane od primarne važnosti za ljudski organizam, i to zato što ga opskrbljuju dušikom. U prirodi se neprestano odvija kruženje dušika, pri čemu biljke stvaraju bjelančevine pomoću dušik-fiksirajućih bakterija. Životinje se potom hrane biljkama i stvaraju vlastite bjelančevine. Ljudi konzumiranjem hrane biljnog i životinjskog podrijetla u skladu s individualnim potrebama iskorištavaju dušik za stvaranje vlastitih bjelančevina. Razgradnjom uginulih životinja i mrtvih biljaka dušik ponovno dolazi u tlo i ciklus kruženja dušika se ponavlja.

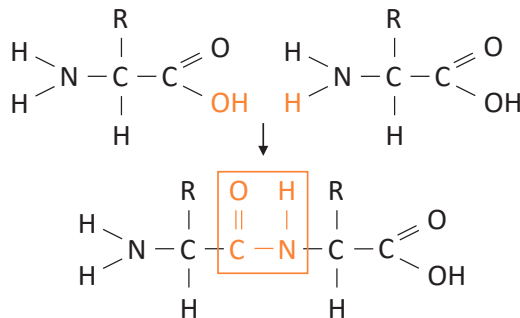
3.1.1. Građa i podjela bjelančevina

Bjelančevine su kompleksni makromolekularni spojevi čije se osnovne građevne jedinice nazivaju aminokiseline. **Aminokiseline** su građene od karboksilne skupine (-COOH) i amino-skupine (-NH₂). Bočni lanac (-R) razlikuje se za svaku pojedinu aminokiselinu (slika 3.1.). Aminokiseline imaju uobičajena (trivijalna) imena.



Slika 3.1. Struktura pojedinačne aminokiseline (izrada autorice)

Aminokiseline se rijetko mogu naći u slobodnom obliku – najčešće se međusobno povezuju reakcijom karboksilne skupine jedne aminokiseline i amino-skupine druge aminokiseline (slika 3.2.). Takva kemijska veza naziva se peptidna veza (-CONH-), a po njoj se i lanci aminokiselina nazivaju **peptidi**. Spoj dviju aminokiselina naziva se dipeptid, triju aminokiselina tripeptid, a peptidi s do 20 aminokiselina nazivaju se oligopeptidi. Spojevi građeni od velikog broja aminokiselina nazivaju se polipeptidi. Bjelančevine u hrani najčešće su upravo polipeptidi.



Slika 3.2. Nastajanje peptidne veze (izrada autorice)

Iako u prirodi postoji više od 100 aminokiselina, samo njih 20 ulazi u sastav hrane. Te aminokiseline mogu se razvrstati u tri skupine: esencijalne, uvjetno esencijalne i neesencijalne.

Esencijalne aminokiseline nužno je unijeti hranom jer ih organizam ili nije u stanju sam sintetizirati ili ih ne može sintetizirati u dovoljnoj količini. Devet je esencijalnih aminokiselina (metionin, leucin, izoleucin, lizin, valin, treonin, triptofan, fenilalanin i histidin).

Uvjetno esencijalne aminokiseline postaju esencijalne uslijed manjka njihovih prekursora (esencijalne aminokiseline) ili kada u pojedinim fiziološkim ili patološkim stanjima njihova sinteza ne zadovoljava potrebe. Primjerice tirozin nastaje iz fenilalanina, cistein nastaje iz metionina i dr.

Neesencijalne aminokiseline organizam može sam sintetizirati od esencijalnih ili od glukoze (Šatalić i sur., 2016).

Hrana životinjskog podrijetla (meso, mlijeko, jaja, ribe) izvor je esencijalnih aminokiselina. Bjelančevine koje sadrže esencijalne aminokiseline mogu osigurati rast i razvoj organizma, pa se zato nazivaju potpune bjelančevine. **Potpune bjelančevine** lako su probavljive te osim što mogu osigurati dovoljnu količinu esencijalnih aminokiselina, mogu poslužiti i kao izvor za sintezu neesencijalnih aminokiselina.

Hrana biljnog podrijetla (mahunarke, žitarice) iako u pravilu sadrži raznolikije aminokiseline, ne sadrži dovoljnu količinu esencijalnih aminokiselina, pa se stoga njihove bjelančevine smatraju manje kvalitetnima i nazivaju se **nepotpune bjelančevine**. Iznimka je soja, čije se bjelančevine smatraju potpunima, ali uz uvjet da se konzumiraju u količini od najmanje 0,6 g/kg. Potpune bjelančevine sadrži i pseudožitarica kvinoja.

Bjelančevine biljnog podrijetla sadrže tzv. limitirajuću aminokiselinu. **Limitirajuća aminokiselina** je esencijalna aminokiselina koja je prisutna u najmanjoj količini u usporedbi s ostalim esencijalnim aminokiselinama u istoj bjelančevini. Posljedično, količina limitirajuće aminokiseline određuje iskorištavanje ostalih esencijalnih aminokiselina.

Komplementarne bjelančevine su dvije ili više bjelančevina koje se s obzirom na aminokiselinski sastav međusobno nadopunjuju tako da aminokiselinu koja nedostaje jednoj bjelančevini osigurava druga bjelančevina. Primjerice žitarice su manjkave lizinom, a mahunarkama manjka metionina. Kombinacijom mahunarki i žitarica postiže se komplementarnost.

Primjeri komplementarnih bjelančevina iz skupina mahunarki i žitarica su: riža i grašak, riža i grah, grah i kukuruz i sl. Komplementarnost se također postiže kombiniranjem žitarica i mliječnih proizvoda (tjestenina sa sirom, riža na mlijeku, sendvič od sira) te mahunarki i sjemenki (slanutak i sezam) (Kurpad, 2013; Šatalić i sur., 2016; Yu i Fukagawa, 2020).

Komplementarnost bjelančevina u prehrani odraslih nije potrebno postizati u okviru svakog obroka, već je dovoljno tijekom dana unositi raznovrsne izvore bjelančevina i tako postići komplementarnost na dnevnoj razini. Međutim u prehrani djece komplementarnost je važno postići na razini pojedinačnog obroka (Marcus, 2013).

Kvaliteta bjelančevine procjenjuje se uspoređujući njezin sastav aminokiselina s potrebama djeteta dobi 2–5 godina, pri čemu se uzima u obzir i probavljivost. Probavljivost bjelančevina iz hrane biljnog podrijetla je 10–30 % slabija u odnosu na bjelančevine životinjskog podrijetla (Šatalić i sur., 2016). Bjelančevine jajeta su među najpotpunijim i najlakše probavljivim bjelančevinama te se do 90-ih godina 20. stoljeća jaje smatralo referentnom potpunom bjelančevinom.

3.1.2. Funkcije bjelančevina

Bjelančevine su najzastupljenije organske molekule u živom organizmu i neophodne su za njegovo funkcioniranje. Bjelančevine imaju različite funkcije (Yu i Fukagawa, 2020):

- **Osiguravaju rast i razvoj organizma**, budući da su sastavni dio stanica, organa i skupova organa te grade kožu, tetive, mišiće, stanične membrane, organele i kosti

- **Izgrađuju enzime** te su pomoću njih bjelančevine uključene u provođenje različitih biokemijskih reakcija kako za dobivanje energije tako i za odvijanje tjelesnih funkcija
- **Izgrađuju hormone**, budući da su neki hormoni bjelančevine ili nastaju iz aminokiselina (primjerice inzulin, hormon rasta, oksitocin)
- **Izgrađuju i održavaju imunološki sustav** jer izgrađuju antitijela, citokine, regulatore transkripcije gena i dr.
- **Održavaju ravnotežu tekućina i elektrolita** budući da bjelančevine u ekstracelularnoj tekućini pomažu zadržavanje volumena tekućine i pomažu održavanje sastava tjelesnih tekućina
- **Utječu na acidobazičnu ravnotežu**⁹ djelujući kao pufer-sustav zbog nabijenih aminokiselina
- **Sudjeluju u transportu i pohrani** tvari kao što su masti, vitamini, minerali i kisik koje transportiraju kroz tijelo, kao i u pohrani mikronutrijenata (primjerice feritin za pohranu željeza).

3.1.3. Preporuke za unos bjelančevina

Energetska gustoća bjelančevina je 4 kcal/g (17,17 kJ/g). Preporuke za unos bjelančevina za odrasle osobe iznose 0,8 g/kg tjelesne mase¹⁰. U dnevnom unosu udio bjelančevina trebao bi se kretati u granicama 10–35 %¹¹ ukupnoga dnevnog energetskeg unosa. Potrebe mogu biti povećane zbog bolesti ili kojega drugog fiziološkog stresa. Preporuke za djecu veće su i iznose do 1,0 g/kg tjelesne mase upravo zbog povećanih potreba uslijed intenzivnog rasta i razvoja. Potrebe sportaša za bjelančevinama također su povećane, a ovise o vrsti sporta kao i o fazi priprema ili natjecanja u kojoj se sportaš nalazi.

Dnevni unos bjelančevina ni za jednu populaciju ne bi trebao biti veći od 2 g/kg tjelesne mase. Posljedice dugotrajnoga prekomjernog unosa bjelančevina su povećan rizik od kardiovaskularnih bolesti, veća učestalost pojave nekih sijela karcinoma i osteoporoze (Marcus, 2013).

3.2. Ugljikohidrati

Ugljikohidrati su velika skupina prirodnih makromolekularnih spojeva koji se sastoje od ugljika, vodika i kisika. Omjer ugljika, vodika i kisika obično je 1:2:1, po čemu je ova skupina i dobila ime. Opća formula ove skupine je $(\text{CH}_2\text{O})_n$ (Ahnen i sur., 2020). Ovisno o složenosti građe, ugljikohidrati se mogu podijeliti u dvije velike skupine: jednostavni i složeni. Jednostavni ugljikohidrati su monosaharidi i disaharidi, a složeni su oligosaharidi i polisaharidi. Najvažniji predstavnici pojedine skupine ugljikohidrata prikazani su na slici 3.3.

3.2.1. Jednostavni ugljikohidrati

Skupinu jednostavnih ugljikohidrata čine dvije podskupine: monosaharidi i disaharidi (slika 3.3.).

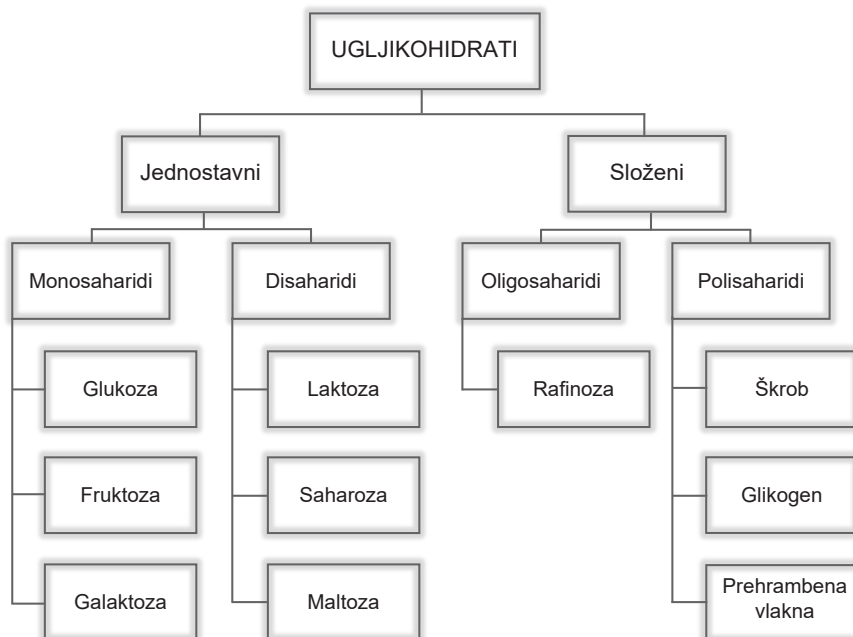
Monosaharidi su osnovne građevne jedinice ugljikohidrata koje se ne mogu hidrolizirati na manje jedinice. Monosaharidi su najčešće heksoze (prsten od 6 ugljikovih atoma) ili pentoze (prsten od 5 ugljikovih atoma). Tri najčešća monosaharida iz skupine heksoza su: glukoza, fruktoza i galaktoza. Osim te tri heksoze u skupinu monosaharida ubrajaju se i pentoze (riboza, deoksiriboza) te šećerni alkoholi (manitol, ksilitol, sorbitol).

⁹ Acidobazična ravnoteža: održavanje stalne pH-vrijednosti krvi i drugih tjelesnih tekućina.

¹⁰ Novije preporuke predlažu povećanje na 1,2 g/kg tjelesne mase zbog ograničenja prethodnih određivanja.

¹¹ Preporuka za unos bjelančevina je 10 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa, a gornja granica određuje se na način da se zbroj udjela masti i ugljikohidrata nadopuni udjelom bjelančevina do postizanja 100 %.

Glukoza (dekstroza, krvni šećer) se rijetko nalazi samostalno u hrani, a češće je dio disaharida ili polisaharida. **Fruktoza** (voćni šećer), osim u voću, nalazi se i u pojedinom povrću i u medu. U prehrani se učestalo konzumira kao dio glukožno-fruktoznog sirupa, koji je često korišten zaslađivač u različitim skupinama hrane. Fruktioza je slađa od glukoze, ali je okus slatkoće u voću i povrću često prikriven prirodnom kiselosću. Voće sadrži 1–7 % fruktoze, dok je njezin sadržaj u povrću oko 1 %. **Galaktoza** je monosaharid koji se vrlo rijetko nalazi samostalno u hrani i sastavni je dio disaharida laktoze (mliječni šećer).



Slika 3.3. Podjela ugljikohidrata (izrada autorice)

Disaharidi su dva monosaharida međusobno povezana glikozidnom vezom. Ovisno o kombinaciji prethodno navedenih monosaharida, u disaharide koji su najčešće prisutni u hrani ubrajaju se: laktoza, saharoza i maltoza.

Laktoza (mliječni šećer) je disaharid građen od glukoze i galaktoze. Tijekom proizvodnje fermentiranih mliječnih proizvoda laktoza se pretvara u mliječnu kiselinu. **Saharoza** (konzumni šećer) je građena od glukoze i fruktoze. Zahvaljujući fruktozi saharoza je slatka. **Maltoza** je disaharid građen od dvije molekule glukoze. Maltoza nastaje kao rezultat cijepanja škroba koje se događa tijekom procesa probave ili prilikom alkoholne fermentacije. Rijetko se nalazi samostalno u hrani, ali je ima u sirovinama za proizvodnju alkoholnih pića (primjerice u sladu koji se koristi u proizvodnji piva) (Marcus, 2013; Stylianopoulos, 2013; Ahnen i sur., 2020).

3.2.2. Složeni ugljikohidrati

Složene ugljikohidrate čine dvije podskupine: oligosaharidi i polisaharidi.

Oligosaharidi su ugljikohidrati koji se sastoje od 3–10 jedinica monosaharida i u prehrani su manje zastupljeni u usporedbi s disaharidima i polisaharidima. Jedini značajniji oligosaharid je trisaharid rafinoza, koji je građen od glukoze, fruktoze i galaktoze (slika 3.3.). Izvori oligosaharida su mahunarke (grah, grašak i leća) i cjelovite žitarice. Ljudskom organizmu teško su probavljivi budući da čovjek nema enzim α -galaktozidazu.

Polisaharidi su ugljikohidrati s više od 10 međusobno vezanih jedinica monosaharida. U polisaharide se ubrajaju škrob, glikogen i prehrambena vlakna.

Škrob je najrasprostranjeniji polisaharid u prirodi. Nalazi se u žitaricama, mahunarkama i gomoljastom povrću, gdje služi kao rezervni ugljikohidrat koji biljke koriste za rast i razmnožavanje. Polimer je glukoze, a sastoji se od dvije frakcije: amiloze (15–20 %) i amilopektina (80–85 %).

Glikogen je također polimer glukoze, vrlo razgranatog lanca koji predstavlja zalihu ugljikohidrata u životinjskim i ljudskim tkivima. Manji dio pohranjuje se u jetri, a veći dio u mišićima. U slučaju pada koncentracije glukoze u krvi, glikogen se vrlo brzo razgrađuje čime se osigurava kontinuirana opskrba glukozom. Pohrana glikogena u mišićima od posebne je važnosti za sportaše.

Prehrambena vlakna su neškrobni polisaharidi prisutni u hrani biljnog podrijetla. Uključuju celulozu, hemicelulozu, pektin i gume.

Celuloza je netopljivi polisaharid koji osigurava strukturu staničnih stijenki. Iako se kuhanjem omekšava, celuloza je za čovjeka neprobavljiva. **Hemiceluloza** je također netopljiv polisaharid koji osigurava strukturu staničnih stijenki. Omekšava se kuhanjem, posebice u alkalnom mediju (primjerice uz dodatak sode bikarbone). **Pektin** je mekani, međustanični vezivni materijal staničnih stijenki. Hidrolizira se kuhanjem te osigurava želatinastu konzistenciju. Bezbojan je, bez mirisa i okusa, s izraženim svojstvom želiranja, a stvara se tijekom sazrijevanja ploda.

Celuloza, hemiceluloza i pektin nisu probavljivi pa ne osiguravaju energiju, međutim smatraju se poželjnim prehrambenim vlaknima jer u debelom crijevu ostvaruju prebiotički¹² učinak (Vaclavik i sur. 2021). Enzimi probavnog sustava ne mogu cijepati prehrambena vlakna, ali bakterije u probavnom sustavu mogu razgraditi manji dio prehrambenih vlakana, što je važno za odvijanje probave. Prehrambena vlakna važna su za ljudsko zdravlje jer pridonose osjećaju sitosti, važna su za održavanje tjelesne mase, daju volumen hrani tijekom probave i pridonose zdravlju crijeva (Slavin i sur., 2013).

3.2.3. Glikemijski indeks i glikemijsko opterećenje ugljikohidrata

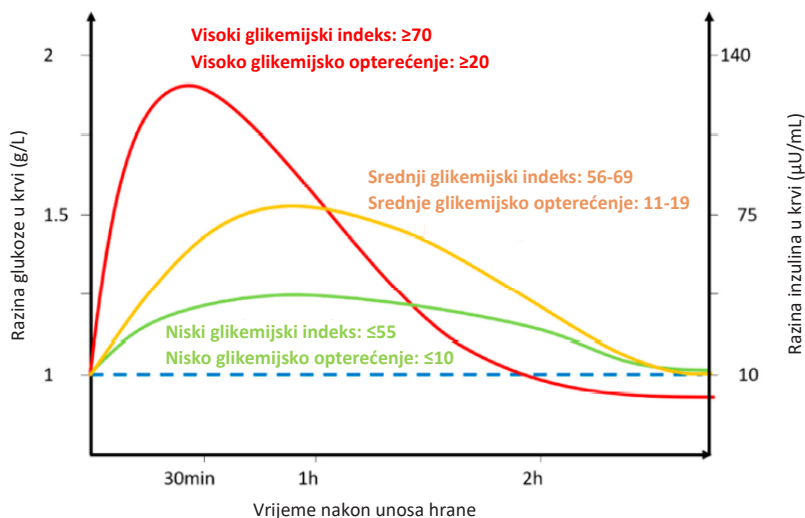
Značajke ugljikohidrata koje opisuju promjene koncentracije glukoze u krvi nakon procesa probave su glikemijski indeks i glikemijsko opterećenje. Oba navedena parametra, uvjetno govoreći, opisuju „kvalitetu ugljikohidrata“.

Glikemijski indeks (GI) kao pojam uveden je još 80-ih godina 20 stoljeća (Jenkins i sur., 1983) kao pokazatelj promjene razine glukoze u krvi nakon obroka. Glikemijski indeks određuje se usporedbom promjene koncentracije glukoze u krvi (površina ispod krivulje tijekom 2 sata) nakon konzumacije hrane koja se testira, s promjenom razine glukoze u krvi nakon konzumacije referentne hrane (čista glukoza). Glikemijski indeks hrane prikazuje se kao postotak u odnosu na standard za koji se uzima vrijednost glikemijskog indeksa 100 (čista glukoza) (Šatalić i sur., 2016). Umjereno povećanje koncentracije glukoze u krvi nakon konzumacije hrane i lagano vraćanje na normalnu razinu smatra se poželjnim. Brza apsorpcija i nagli porast koncentracije glukoze u krvi smatraju se nepoželjnim (slika 3.4.).

S obzirom na glikemijski indeks, hrana se razvrstava u tri kategorije: **niski GI ≤55; srednji GI: 56–69; visoki GI ≥70**. Vrijednost glikemijskog indeksa pojedine hrane ovisi o vrsti ugljikohidrata, ali i o pratećem sastavu hrane (količina bjelančevina, masti, ugljikohidrata i prehrambenih vlakana). Podjelom ugljikohidrata na jednostavne i složene nije moguće točno predvidjeti glikemijski indeks pojedine hrane. Upravo je zato potrebno poznavati GI svake pojedine hrane (Bituh, 2013). Primjerice hrana od rafiniranog brašna i krumpir imaju visoki glikemijski indeks jer sadrže ugljikohidrate koji su brzo i lako probavljivi, dok voće, povrće i hrana od cjelovitih žitarica imaju niži glikemijski indeks jer ili sadrže fruktozu (koja ima niski glikemijski indeks) ili sadrže prehrambena vlakna ili sadrže oboje.

¹² Prebiotici: neprobavljivi sastojci hrane koji služe kao selektivni izvor ugljikohidrata za rast probiotičkih bakterija.

Hrana bogata mastima ima niži glikemijski indeks jer se sporije probavlja, pa je i apsorpcija ugljikohidrata sporija. Na promjenu koncentracije glukoze u krvi ne utječe samo vrsta ugljikohidrata već i njihova količina.



Slika 3.4. Utjecaj glikemijskog indeksa i glikemijskog opterećenja na razinu glukoze (lijeva os) ili razinu inzulina (desna os) u ovisnosti o visokim ili niskim vrijednostima glikemijskog indeksa i glikemijskog opterećenja (Carneiro i Leloup, 2020).

Glikemijsko opterećenje je značajka ugljikohidrata koja predstavlja nadogradnju na glikemijski indeks, a predstavlja umnožak glikemijskog indeksa i grama ugljikohidrata u jednom serviranju. Uzimajući u obzir oba parametra (i glikemijski indeks i količinu ugljikohidrata), glikemijsko opterećenje je realniji pokazatelj utjecaja različite hrane na razinu glukoze u krvi. **Niskim** glikemijskim opterećenjem smatra se vrijednost ≤ 10 , **srednja** vrijednost je **11–19**, dok se **visokom** vrijednošću smatra ≥ 20 (Carneiro i Leloup, 2020). Kretanje koncentracije glukoze u krvi nakon konzumacije hrane u ovisnosti o glikemijskom indeksu i glikemijskom opterećenju prikazana je na slici 3.4.

Tablica 3.1. Glikemijski indeks i glikemijsko opterećenje pojedine hrane (prerađeno prema: Šatalić i sur., 2016)

| Hrana | Glikemijski indeks | Serviranje (g) | Glikemijsko opterećenje |
|---------------------|--------------------|----------------|-------------------------|
| Jabuka | 38±2 | 120 | 6 |
| Sok od jabuke | 40±1 | 250 | 11 |
| Banana | 51 | 120 | 13 |
| Mrkva | 47±16 | 80 | 3 |
| Datulje | 103±21 | 60 | 42 |
| Lubenica | 72±13 | 120 | 4 |
| Sok od rajčice | 38±4 | 250 | 4 |
| Čokoladna torta | 38±3 | 111 | 20 |
| Sladoled | 61±7 | 50 | 8 |
| Grah | 28±4 | 150 | 7 |
| Leća | 29±1 | 150 | 5 |
| Sok od naranče | 50±4 | 250 | 13 |
| Pečeni krumpir | 85±12 | 150 | 26 |
| Kukuruzne pahuljice | 81±3 | 30 | 21 |

Primjerice čokoladna torta ima niži glikemijski indeks od mrkve, ali jedno serviranje čokoladne torte sadrži 52 g ugljikohidrata, dok jedno serviranje mrkve sadrži svega 6 g ugljikohidrata. Može se zaključiti da iako torta ima niži glikemijski indeks, zapravo ima veći utjecaj na razinu glukoze (tablica 3.1.). Prehrana s visokim glikemijskim opterećenjem povezuje se s povećanim rizikom od dijabetesa tipa 2, kardiovaskularnih bolesti i nekih sijela karcinoma (Bituh, 2013; Šatalić i sur., 2016).

3.2.4. Preporuke za unos ugljikohidrata

Energetska gustoća ugljikohidrata iznosi 4 kcal/g (17,17 kJ/g). U okviru uravnotežene prehrane udio ugljikohidrata trebao bi iznositi 45–65 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa, što na bazi prosječnoga dnevnog energetskeg unosa od 2000 kcal iznosi 225–325 g ugljikohidrata. Preporuke za unos prehrambenih vlakana iznose 14 g/1000 kcal, ili 25 g/dan za žene i 38 g/dan za muškarce.

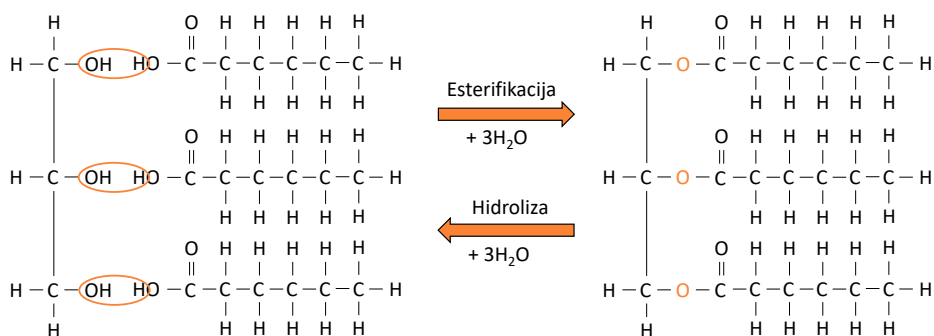
U svakodnevnoj prehrani preporučljivo je ograničiti unos jednostavnih ugljikohidrata, a kada god je to moguće, prednost treba dati složenim ugljikohidratima i hrani bogatoj prehrambenim vlaknima (Marcus, 2013; Ahnen i sur., 2020).

3.3. Masti

Masti su komponenta hrane koja je podskupina lipida. Lipidi su širok pojam koji osim masti obuhvaća još i fosfolipide i sterole. Masti su spojevi u kojima organizam pohranjuje energiju, dok su fosfolipidi i steroli glavni strukturni elementi bioloških membrana. Zajednička značajka lipida je da nisu topljivi u vodi, ali se otapaju u organskim otapalima. Budući da se pojam masti uvriježeno koristi u nutricionizmu iako se pritom misli na lipide, i u okviru ovog udžbenika pojam masti koristit će se u tom kontekstu.

3.3.1. Građa masti

Masti su po kemijskom sastavu esteri trovalentnog alkohola glicerola i masnih kiselina. Budući da glicerol ima tri -OH skupine, na svaku se od njih esterski veže po jedna masna kiselina (slika 3.5.). Upravo iz te činjenice proizlazi i njihov drugi naziv – **triacilgliceroli**. Vrsta masnih kiselina određuje fizikalno-kemijska svojstva masti.



Slika 3.5. Reakcija esterifikacije glicerola i masnih kiselina prilikom nastanka triacilglicerola (izrada autorice)

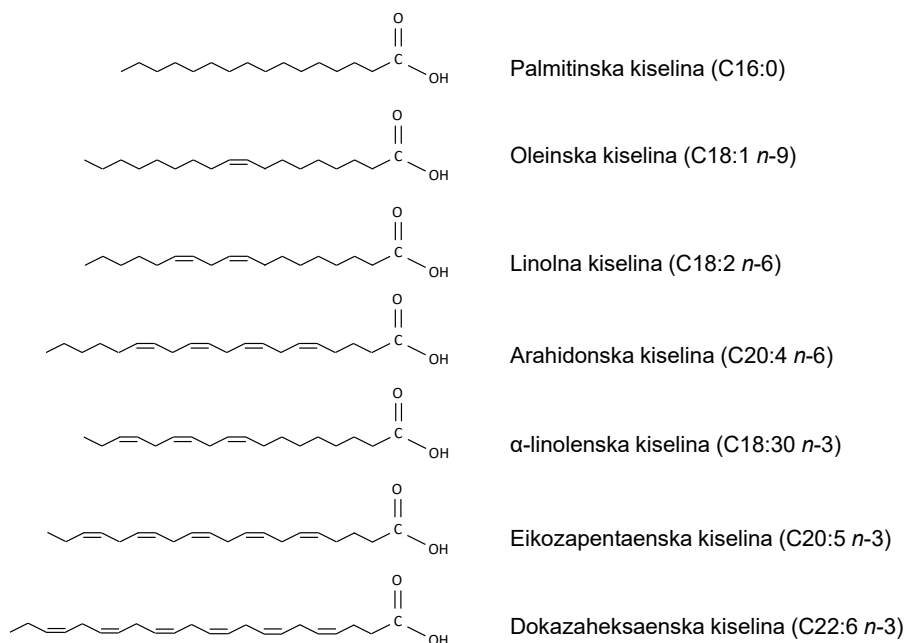
Masne kiseline su dugački lanci u kojima su ugljikovi atomi međusobno vezani jednostrukom ili dvostrukom kemijskom vezom. U lancu masnih kiselina obično se nalazi 4 do 22 ugljikova atoma. Masne kiseline označavaju se trivijalnim imenima i oznakom koja navodi broj ugljikovih atoma u lancu, a ako se u lancu nalazi jedna ili više dvostrukih veza, onda je u naziv uključen i položaj i broj dvostrukih kemijskih veza (slika 3.6.).

Položaj dvostruke veze označava se s *n*- ili ω -, a opisuje broj atoma C na kojem se nalazi prva dvostruka veza računajući od metilnog kraja lanca (-CH₃). Masne kiseline mogu biti zasićene, jednostruko nezasićene, višestruko nezasićene i *trans* masne kiseline (Lichtenstein, 2013).

Zasićene masne kiseline su lanci u kojima su ugljikovi atomi međusobno vezani jednostrukom kemijskom vezom. Posljedica takvih kemijskih veza je da su masnoće u čvrstom agregatnom stanju pri sobnoj temperaturi. Neke od najzastupljenijih zasićenih masnih kiselina su: palmitinska (C16:0) i stearinska (C18:0). Zasićene masne kiseline uglavnom se nalaze u hrani životinjskog podrijetla. Iznimka je s obzirom na podrijetlo palmina mast, koja se, iako je biljnog podrijetla, zahvaljujući predominantnim zasićenim masnim kiselinama nalazi u čvrstom agregatnom stanju.

Nezasićene masne kiseline su lanci u kojima među ugljikovim atomima postoji jedna ili više dvostrukih kemijskih veza. Ako je prisutna jedna dvostruka kemijska veza, nazivaju se jednostruko nezasićene, a ako ima više dvostrukih veza, to su višestruko nezasićene masne kiseline. Tipičan predstavnik **jednostruko nezasićenih masnih kiselina** je oleinska kiselina (C18:1 *n*-9), koja se prirodno nalazi u maslinovom ulju. Oleinska masna kiselina ima 18 ugljikovih atoma i jednu dvostruku vezu koja se nalazi na 9. atomu C (slika 3.6.). Nezasićene masne kiseline u tekućem su stanju, nalaze se u masnoćama biljnog podrijetla i nazivaju se ulja.

Višestruko nezasićene masne kiseline su lanci ugljikovih atoma u kojima postoje dvije ili više dvostrukih kemijskih veza. Unutar te skupine najpoznatije su *n*-3 višestruko nezasićene masne kiseline: eikozapentaenska (C20:5 *n*-3; EPA) i dokozaheksaenska (C22:6 *n*-3; DHA) (slika 3.6.). Te masne kiseline popularno se nazivaju i ω -3 masne kiseline. Višestruko nezasićene masne kiseline u tekućem su agregatnom stanju i uglavnom se nalaze u hrani biljnog podrijetla. Iznimka je s obzirom na podrijetlo riblje ulje jer, iako je životinjskog podrijetla, sadrži višestruko nezasićene masne kiseline, pa je zato u tekućem agregatnom stanju (Simopoulos, 2005).



Slika 3.6. Strukturne formule pojedinih masnih kiselina (izrada autorice)

Dvije esencijalne masne kiseline su linolna (C18:2 *n*-6) i α -linolenska (C18:3 *n*-3). Glavni prehrambeni izvori linolne masne kiseline su ulje kukuruznih klica, sojino i suncokretovo ulje. Izvori α -linolenske masne kiseline su repičino ulje i lanene sjemenke.

Nedostatak esencijalnih masnih kiselina povezuje se sa sporijim mentalnim razvojem i smanjenim kognitivnim funkcijama, većim rizikom od ateroskleroze, s bolestima krvožilnog sustava, upalnim procesima, ali i psihičkim poremećajima (depresija, anksioznost i bipolarni poremećaj) (Delaš, 2013).

Ljudski organizam ne može sintetizirati *n*-3 višestruko nezasićene masne kiseline, ali one mogu nastati u organizmu iz linolne i α -linolenske procesima elongacije i desaturacije. Činjenica da je stupanj konverzije vrlo mali (svoga 8–20 % α -linolenske konvertira se u EPA, a 0,5–9 % u DHA) nameće potrebu unosa EPA i DHA putem hrane. Kvalitetni izvori EPA i DHA su plava riba i ribe hladnih sjevernih mora. Preporučeni dnevni unos EPA i DHA je 250 mg.

Danas se velika pozornost posvećuje omjeru *n*-3 i *n*-6 masnih kiselina u prehrani budući da njihova neravnoteža ima nepovoljan utjecaj na zdravlje. Prevelik unos *n*-6 višestruko nezasićenih masnih kiselina, koji je uobičajen u suvremenoj zapadnjačkoj prehrani, potiče upalne procese koji vode nastanku niza bolesti. Nasuprot tome velik unos *n*-3 višestruko nezasićenih masnih kiselina ima protuupalni učinak. Preporučeni omjer *n*-6:*n*-3 višestruko nezasićenih masnih kiselina je 2–3:1.

Izvori *n*-6 masnih kiselina su: ulje kukuruznih klica, suncokretovo ulje, sojino ulje, ulje kikirikija te sezamovo ulje. **Izvori *n*-3 masnih kiselina su:** riblje ulje, *chia* sjemenke, lanene sjemenke te orahovo i repičino ulje (Simopoulos, 2005; Šatalić i sur., 2016; Jones i Lichtenstein, 2020).

Trans masne kiseline nastaju procesom hidrogeniranja biljnih ulja, pri čemu dolazi do pucanja dvostrukih kemijskih veza te nastanka masnih kiselina s jednostrukim vezama. Posljedica je te reakcije promjena agregatnog stanja i prelazak iz tekućeg u kruto stanje. Na taj se način može proizvesti margarin iz ulja, te se zato on naziva još i hidrogenirana biljna masnoća. Pri tom postupku nastaju masne kiseline u kojima su atomi vodika na suprotnim stranama dvostruke veze u tzv. transkonfiguraciji, pa od tuda potječe i naziv *trans* masne kiseline. Najčešći izvori tih masnih kiselina su pekarski proizvodi, slane i slatke grickalice te prerađena hrana, a na proizvodima je označeno da sadrže djelomično ili potpuno hidrogenirane biljne masti. Visok unos tih masnih kiselina povezuje se s rizikom veće učestalosti pojave kardiovaskularnih bolesti, nekih sijela karcinoma, alergija i dr. Upravo zato moderne formulacije hrane nastoje smanjiti udio *trans* masnih kiselina u gotovim proizvodima.

Masti koje se nalaze u hrani vrlo su rijetko građene samo od jedne vrste masnih kiselina i gotovo uvijek predstavljaju kombinaciju više skupina masnih kiselina. Ona skupina koja se nalazi u najvećem udjelu određuje agregatno stanje i svojstva pojedine masnoće. Prikaz sastava triacilglicerola različitih masti i ulja koji se koriste kao hrana prikazan je u tablici 3.2.

Ulja i masti prikazani u tablici 3.2. navedeni su u padajućem nizu s obzirom na udio zasićenih masnih kiselina. Uočljivo je da što triacilgliceroli sadrže veći udio zasićenih masnih kiselina, to su čvršće konzistencije, a kako se povećava udio nezasićenih masnih kiselina, postaju mekše konzistencije. U uljima su predominantno prisutne jednostruko i višestruko nezasićene masne kiseline, dok u čvrstim mastima prevladavaju zasićene masne kiseline. U kontekstu važnosti očuvanja omjera *n*-6 i *n*-3 višestruko nezasićenih masnih kiselina, pozornost treba posvetiti izboru masnoća i kad god je moguće, birati one s višim udjelom *n*-3 višestruko nezasićenih masnih kiselina.

Tablica 3.2. Prosječan sastav triacilglicerola različitih masti i ulja (prerađeno prema: Jones i Lichtenstein, 2020)

| Masti i ulja | Prosječan udio masnih kiselina (%) | | | |
|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|------------|
| | Zasićene masne kiseline | Jednostruko nezasićene masne kiseline | Višestruko nezasićene masne kiseline | |
| | | | <i>n-6</i> | <i>n-3</i> |
| Kokosovo ulje | 88 | 6 | 2 | - |
| Mliječna mast | 69 | 26 | 1–3 | 2 |
| Maslac | 53 | 20 | 3 | 0,3 |
| Svinjska mast | 42 | 46 | 8 | 2 |
| Maslinovo ulje | 17 | 71 | 10 | - |
| Sojino ulje | 15 | 23 | 51 | 7 |
| Ulje kukuruznih klica | 13 | 25 | 55 | - |
| Suncokretovo ulje | 12 | 24 | 60–70 | - |
| Bademovo ulje | 8 | 65 | 23 | - |
| Repičino ulje | 7 | 53 | 22 | 10 |

3.3.2. Funkcije masti

U hrani masti osiguravaju dvostruko veću količinu energije u usporedbi s ugljikohidratima i bjelančevinama. Masti su također nosači arome, pridonose teksturi te punoći i zaokruženosti arome hrane.

Masti imaju brojne funkcije u organizmu:

- Izgrađuju masno tkivo koje predstavlja energetska rezervu iz koje se u slučaju energetske deficita oslobađa energija. Masno tkivo je i hormonski aktivno te izlučuje hormone koji reguliraju ravnotežu energije
- Djeluju kao otapalo i nosač za vitamine topljive u mastima (A, D, E, K) i karotenoide
- Fosfolipidi i steroli pridonose strukturi stanica
- Kolesterol je prekursor spolnih i drugih hormona, vitamina D i žučnih kiselina.

3.3.3. Fosfolipidi

Fosfolipidi su građeni od glicerola na koji su vezane dvije masne kiseline, dok je preko treće hidroksilne skupine povezana fosfatna kiselina. Glavna funkcija fosfolipida je da izgrađuju staničnu membranu i osiguravaju njezinu propusnost. Stanična membrana izgrađena je kao fosfolipidni dvosloj koji ima hidrofilni i hidrofobni dio. Prehrambeni izvori fosfolipida su: meso, jaja te mlijeko i mliječni proizvodi. Najrašireniji fosfolipidi su kolin i lecitin. Kolin je važan za funkcioniranje živčanog sustava (ubraja se u vitamine B-kompleksa), dok je lecitin prirodni emulgator¹³. Lecitina ima u žumanjku jajeta (Šimudić, 2008).

3.3.4. Steroli

Steroli su izgrađeni od četiri povezana prstena od kojih jedan ima hidroksilnu skupinu. Svojom građom razlikuju se od ostalih lipida, ali posjeduju zajedničko svojstvo topljivosti u nepolarnim otapalima.

¹³ Emulgatori: površinski aktivne tvari koje smanjujući površinsku napetost omogućavaju miješanje dviju faza.

Kolesterol se ubraja u skupinu steroida. Steroidi su esteri masnih kiselina i složenih policikličkih alkohola sterina. Prema podrijetlu, kolesterol može biti endogeni i egzogeni.

Endogeni kolesterol organizam sam stvara, dok se **egzogeni kolesterol** unosi putem hrane.

Kolesterol ima u organizmu nekoliko važnih funkcija: sastavni je dio staničnih membrana, služi kao preteča u sintezi žučnih soli, steroidnih hormona (hormoni kore nadbubrežnih žlijezda i spolni hormoni) i vitamina D, a odlaganjem u rožnati sloj kože čini kožu otpornom na različite kemijske tvari te sprečava pretjerano hlapljenje vode (Hrvatska enciklopedija, 2021). Iako povećana koncentracija kolesterola u krvi predstavlja rizik za nastanak ateroskleroze, danas se zna da je ipak najčešći uzrok ateroskleroze poremećaj metabolizma koji sprečava uklanjanje suviška kolesterola iz krvotoka, a što nije moguće regulirati njegovim smanjenim unosom putem hrane (Delaš, 2013).

Budući da je kolesterol netopljiv u vodi, da bi se mogao prenositi krvlju, nužno je stvaranje kompleksa – lipoproteina. Iako postoji više skupina lipoproteina, najzastupljeniji su lipoproteini male gustoće (LDL – *Low Density Lipoproteins*) i lipoproteini velike gustoće (HDL – *High Density Lipoproteins*). Kompleks LDL sadrži više kolesterola, pa se često popularno naziva i „loš kolesterol“, za razliku od kompleksa HDL, koji sadrži manje kolesterola, pa se popularno naziva i „dobar kolesterol“.

3.3.5. Preporuke za unos masti

Energetska gustoća masti iznosi 9 kcal/g (39 kJ/g). U okviru uravnotežene prehrane masti bi trebale činiti 20–35 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa. Danas se veći fokus stavlja na odabir vrste masnoće nego na samo smanjivanje unosa masnoća prehranom. U skladu s time najviše se ograničava unos zasićenih i *trans* masnih kiselina budući da se one dovode u vezu s većim rizikom od pojave kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa tipa 2 i nekih sijela karcinoma.

Unos zasićenih masnih kiselina potrebno je ograničiti na najviše 10 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa. Optimalnim unosom smatra se raspon 7–10 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa. Glavni izvor zasićenih masnih kiselina su maslac i punomasni mliječni proizvodi. Meso je izvor dugolančanih zasićenih i jednostruko nezasićenih masnih kiselina. Masna plava riba izvor je poželjnih višestruko nezasićenih *n*-3 masnih kiselina, dok su biljna ulja izvor višestruko nezasićenih *n*-6 masnih kiselina.

Preporuke za unos α -linolenske masne kiseline su 0,6–1,2 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa, dok bi unos linolne masne kiseline trebalo ograničiti na 5–10 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa.

Preporuka za unos kolesterola je 300 mg/dan za zdrave osobe, dok za osobe koje imaju neku kroničnu bolest, unos kolesterola ne bi trebao biti veći od 250 mg/dan (Marcus, 2013; Šatalić i sur. 2016; Jones i Lichtenstein, 2020).

3.4. Vitamini

Vitamini su organski spojevi prisutni u hrani u vrlo malim količinama, ali su zbog specifičnog djelovanja nužni za normalne fiziološke funkcije (rast, razvoj, reprodukcija). Često njihova sinteza u organizmu nije dostatna za zadovoljavanje potreba, pa je nužan unos putem hrane. Iako su potrebe organizma male, nedostatak svakoga pojedinog vitamina izaziva specifične simptome. Vitamini za razliku od makronutrijenata nemaju energetske gustoće, tj. ne pridonose energetskej vrijednosti hrane, ali sudjeluju u procesima dobivanja energije iz bjelančevina, ugljikohidrata i masti. Uobičajeno se vitamini označavaju velikim slovom abecede.

Vitamini se prema topljivosti dijele u dvije skupine: vitamini topljivi u mastima i vitamini topljivi u vodi. Vitamini imaju niz kemijskih i funkcionalnih sličnosti, a djeluju kao koenzimi¹⁴, antioksidansi¹⁵ (vitamin C i E), a neki posjeduju i hormonalnu aktivnost (A i K) (Vranešić Bender i Krstev, 2008).

Vitamini topljivi u mastima su vitamini A, D, E i K. Ta se skupina vitamina apsorbira s mastima iz hrane. U organizmu postoji mogućnost njihovog uskladištenja (u jetri i u masnom tkivu), ali i izlučivanja putem fecesa. Upravo zbog mogućnosti uskladištenja moguć je povremeni manji unos, a da potrebe organizma budu zadovoljene. Njihov nedostatak u pravilu je rijedak, ali postoji opasnost od toksičnog učinka prevelikog unosa.

Vitamini topljivi u vodi su vitamini B-kompleksa i vitamin C. Budući da ne postoji mogućnost pohrane tih vitamina u organizmu, suvišak se izlučuje putem urina. Da bi se spriječio nedostatak, nužan je njihov svakodnevni unos (Benzal i sur., 2021).

3.4.1. Vitamin A

Vitamin A može postojati kao aktivni oblik vitamina A (retinol i retinal) i kao provitamin¹⁶ (β -karoten). Glavna funkcija vitamina A je da sudjeluje u vidnom ciklusu, te se njegov nedostatak očituje kao noćno sljepilo¹⁷ ili u drastičnijim slučajevima i potpuni gubitak vida¹⁸. Osim za vid, vitamin A važan je i za održavanje zdravlja kože, funkcioniranje imunološkog sustava, održavanje rasta, razvoja i reprodukcije.

Kada se apsorbira iz hrane, vitamin A prenosi se u jetru, gdje se veže na bjelančevinasti kompleks i transportira dalje krvotokom. Oko 90 % vitamina A pohranjuje se u jetri. Prekomjerni unos vitamina A može izazvati oštećenje jetre, ali i nakupljanje u masnom tkivu te pojavu žućkaste boje kože.

Aktivni oblik vitamina A (retinol) može se naći u jetri, jajima, obogaćenim proizvodima (mlijeko, margarin i sl.). Izvori β -karotena su tamnozeleno i žuto-narančasto voće i povrće (brokula, špinat, naranča, breskva, marelica, bundeva i dr.). Preporučeni unos vitamina A za muškarce je 900 $\mu\text{g}/\text{dan}$ RAE¹⁹, a za žene 700 $\mu\text{g}/\text{dan}$ RAE (Marcus, 2013; Blaner, 2020; NIH, n.d.).

3.4.2. Vitamin D

Vitamin D još se naziva i „sunčani“ vitamin jer se može sintetizirati u organizmu pod djelovanjem sunčeve svjetlosti iz prekursora koji nastaju iz kolesterola. Vitamin D razlikuje se od ostalih vitamina upravo po tome što ga nije potrebno unositi hranom, već je moguća sinteza ako je dovoljno izlaganje suncu.

Prekursori vitamina D najčešće se javljaju u dva oblika – D_2 (ergokalciferol) i D_3 (kolekalciferol). Vitamin D_2 potječe iz hrane biljnog podrijetla (obogaćeni margarini, žitarice i drugi obogaćeni proizvodi), dok se vitamin D_3 nalazi u hrani životinjskog podrijetla (jetra, žumanjak jajeta, maslac, masna riba, obogaćeni proizvodi).

Glavna uloga vitamina D je da pomaže ugradnju kalcija i fosfora u kosti, čime se osigurava adekvatna koštana gustoća. Manjak vitamina D očituje se kao rahitis, osteomalacija i osteoporoza. **Rahitis** se javlja kod manje djece, kod koje zbog nedovoljne sinteze vitamina D

¹⁴ Koenzimi: male čestice koje vezanjem na enzim uzrokuju promjenu njegove konformacije i aktivaciju.

¹⁵ Antioksidansi: tvari koje u maloj količini u kratkome vremenu neutraliziraju djelovanje slobodnih radikala i drugih tvari koje izazivaju oksidaciju.

¹⁶ Provitamin: tvar koja se u organizmu može pretvoriti u aktivni vitaminski oblik.

¹⁷ Noćno sljepilo: sporo oporavljanje vida nakon bljeska svjetlosti ili nemogućnost razaznavanja obrisa pri prigušenom svjetlu. Smatra se jednim od prvih simptoma nedovoljnog unosa vitamina A i njegovog manjka u mrežnici oka.

¹⁸ Manjak vitamina A u rožnici može izazvati kseroftalmiju, koja se manifestira najprije kao suhoća oka koja može prijeći u sljepoću.

¹⁹ RAE (*Retinol Acitivity Equivalent*): ekvivalent aktivnosti retinola koji iznosi 1 μg retinola ili 12 μg beta-karotena.

kosti postaju mekane te se savijaju pod težinom tijela. Posljedično, noge se deformiraju i poprimaju oblik slova O ili X. Slična se pojava kod odraslih naziva **osteomalacija**. Nedovoljna sinteza vitamina D može uzrokovati i gubitak gustoće kostiju. Ta se pojava naziva **osteoporoza**.

Iako danas vlada velika zabrinutost zbog štetnog djelovanja sunčevih UV zraka na kožu, smatra se da je izlaganje suncu tijekom ljetnih mjeseci u trajanju od 10–15 minuta nekoliko puta tjedno dovoljno za sintezu adekvatne količine vitamina D. Starija životna dob, premali unos kalcija putem hrane, nedovoljna tjelesna aktivnost i korištenje previše sredstava za zaštitu od sunca mogu biti rizični čimbenici za nedovoljnu sintezu vitamina D. Preporučeni unos vitamina D za muškarce i žene do 70 godina starosti iznosi 15 µg/dan, dok je za starije od 71 godine preporuka 20 µg/dan, izraženo kao kolekalciferol²⁰ (Mahan i sur., 2013; Fleet i Shapses, 2020; NIH, n.d.).

3.4.3. Vitamin E

Vitamin E može se nalaziti u četiri biološki aktivna oblika: α-, β-, γ- i δ-tokoferol. Najaktivnije biološko djelovanje ima α-tokoferol. Glavno djelovanje vitamina E je kao antioksidans. Antioksidativno djelovanje očituje se u zaštiti staničnih lipida i ostalih osjetljivih dijelova stanice od djelovanja slobodnih radikala. Djeluje također zaštitno i protiv različitih zagađivača (smoga, nikotina i dr.).

Vitamin E nalazi se u biljnim uljima (najbolji izvor je ulje kukuruznih klica) i proizvodima koji ih sadrže. Zbog njegove široke rasprostranjenosti u hrani, deficiti su u zapadnjačkoj prehrani rijetki, a očituju se u poremećaju funkcioniranja živčanog, mišićnog, kardiovaskularnog i reproduktivnog sustava. Do manjka toga vitamina može doći zbog dugotrajne prehrane siromašne mastima i uljima. Preporučeni unos vitamina E za odrasle je 15 mg/dan (Marcus, 2013; NIH, n.d.).

3.4.4. Vitamin K

Najvažnija funkcija vitamina K je poticanje grušanja krvi. Ostale su funkcije vitamina K sudjelovanje u sintezi bjelanjčevina kostiju i pomoć pri vezanju minerala na te bjelanjčevine, čime se postiže čvrstoća kostiju.

Iako bakterije u debelom crijevu mogu sintetizirati vitamin K, to nije dovoljno za zadovoljenje potreba, nego se on mora unositi hranom. Izvor vitamina K je hrana biljnog i životinjskog podrijetla. Dobri izvori vitamina K su jetra, zeleno lisnato povrće i kupusnjače, dok su mlijeko, jaja, žitarice, voće i povrće lošiji izvori.

Nedostatak vitamina K može se javiti zbog malog unosa masti, nedovoljnog unosa hrane bogate tim vitaminom te zbog poremećaja crijevne mikroflore (primjerice kao posljedica antibiotske terapije koja je uništila crijevnu mikrofloru). Preporučeni unos za muškarce je 120 µg/dan, a za žene 90 µg/dan (Whitney i Rolfes, 2005; Ferland, 2020; NIH, n.d.).

3.4.5. Vitamini B-kompleksa

Vitamini B-kompleksa ubrajaju se u skupinu vitamina topljivih u vodi, što znači da organizam može izlučiti suvišak, pa se rijetko javlja toksičnost. Manjak tih vitamina može utjecati na središnji živčani sustav, metabolizam, imunitet i ostale važne tjelesne funkcije.

B-kompleks čini osam vitamina: tiamin (B₁), riboflavin (B₂), niacin (B₃), pantotenska kiselina (B₅), piridoksin (B₆), biotin (B₇), folat (B₉) i cijanokobalamin (B₁₂). Ti se vitamini grupiraju u skupinu koja se naziva B-kompleks upravo zbog sličnog djelovanja i sličnih izvora. Rijetko se samo jedan nalazi u pojedinoj hrani, češće ih je prisutno više iz te skupine i pokazuju sinergijsko djelovanje. Žitarice i prerađevine izvor su tiamina, riboflavina, niacina i folata.

²⁰ 1 µg kolekalciferola iznosi 40 IU (*International Unit*, međunarodna jedinica) vitamina D.

Voće i povrće bogati su folatom. Meso sadrži značajne količine tiamina, niacina, vitamina B₆ i B₁₂. Mlijeko i mliječni proizvodi vrijedan su izvor riboflavina i vitamina B₁₂ (tablica 3.3.). Raznolika prehrana u kojoj su zastupljene sve skupne hrane može osigurati dovoljnu količinu vitamina B-kompleksa.

3.4.6. Vitamin C

Vitamin C sudjeluje u proizvodnji kolagena, bjelančevine koja se nalazi u kostima, vezivnom tkivu, koži, zubima i tetivama. Jedna od važnijih funkcija vitamina C je da djeluje kao antioksidans, štiteći organizam od oksidativnog oštećenja uslijed djelovanja slobodnih radikala. Oksidativna oštećenja mogu nastati kao posljedica zagađenja okoliša, UV zračenja ili nekih drugih faktora. Vitamin C važan je također za imunološki sustav u okviru kojeg može djelovati zaštitno na niz bolesti, od prehlade do kardiovaskularnih bolesti i nekih sijela karcinoma. Manjak se očituje kao anemija, krvarenje desni, slabljenje kostiju, depresija, infekcije i gubitak mišićne mase. Izvori vitamina C su citrusi, bobičasto voće, kupusnjače, rajčica i tamnozeleno lisnato povrće. Preporučeni unos za muškarce iznosi 90 mg/dan, a za žene 75 mg/dan (Whitney i Rolfes, 2005; Marcus, 2013; NIH, n.d.).

3.5. Minerali

Poput vitamina i minerali su esencijalne komponente hrane, koje nemaju energetske gustoću, ali mogu sudjelovati u dobivanju energije iz drugih komponenata hrane. Neki minerali imaju strukturalne ili regulatorne funkcije u organizmu kao što su regulacija ravnoteže vode ili održavanje acidobazične ravnoteže. Mineralne tvari često su i komponenta organskih spojeva (fosfoproteina, fosfolipida, hemoglobina i dr.). Za ispoljavanje fiziološkog djelovanja minerala često je važno i njihovo međudjelovanje, a koje može dovesti i do neravnoteže. Primjerice višak jednog minerala može izazvati manjak drugog ili u slučaju manjka jednog minerala, drugi može postati toksičan (Vranešić Bender i Krstev, 2008).

Minerali se mogu podijeliti u dvije skupine: makrominerali i mikrominerali (minerali u tragovima). **Makrominerali** nalaze se u tijelu u količini većoj od 5 grama. **Mikrominerali** (minerali u tragovima) u tijelu se nalaze u količini manjoj od 5 grama (Vranešić Bender i Krstev, 2008).

Kada unos minerala hranom nije dovoljan, organizam ima nekoliko mehanizama pomoću kojih ipak može održati ravnotežu. Ti mehanizmi su: povećanje apsorpcije, smanjenje razgradnje, smanjenje izlučivanja i korištenje tjelesnih rezervi.

Tablica 3.3. Funkcije, prehrambeni izvori, simptomi nedostatka i preporučeni unos vitamina B-kompleksa (izrada autorice prema Marcus, 2013; Benzal i sur., 2021; NIH, n.d.).

| Vitamin | Funkcije | Prehrambeni izvori | Simptomi nedostatka | Preporučeni unos |
|---|---|---|--|--|
| Tiamin (B ₁) | Koenzim za oslobađanje energije iz ugljikohidrata. Normalno funkcioniranje središnjega živčanog sustava. Regulacija apetita. Metabolizam alkohola. | Jetra, kvasac, svinjetina, obogaćene žitarice, losos, cjelovite žitarice, sjemenke suncokreta i orašasti plodovi. | Beriberi (povećanje srca, aritmija, gubitak mišićne mase, paraliza). | Muškarci i žene: 1,2 mg/dan |
| Riboflavin (B ₂) | Koenzim u oslobađanju energije iz ugljikohidrata, bjelančevina i masti. | Mlijeko i mliječni proizvodi, cjelovite žitarice, tamnozeleno lisnato povrće i kvasac. | Nedostatak je rijedak. | Muškarci: 1,3 mg/dan Žene: 1,1 mg/dan |
| Niacin (B ₃) | Koenzim u metabolizmu ugljikohidrata. | Gljive, šparoge i tamnozeleno lisnato povrće, jaja, riba, piletina i svinjetina. Organizam ga može proizvesti iz triptofana. | Pelagra (dijareja, dermatitis i demencija). Ako je prehrana bogata bjelančevinama, neće doći do manjka. | Muškarci: 16 mg/dan Žene: 14 mg/dan; izraženo kao NE ²¹ |
| Pantotenska kiselina (B ₅) | Sudjeluje u sintezi lipida, neurotransmitera, steroidnih hormona i hemoglobina. | Široko je rasprostranjen (mlijeko, meso, cjelovite žitarice i mahunarke). | Rijetko se pojavljuje. | Muškarci i žene: 5 mg/dan |
| Piridoksin (B ₆) | Utječe na kognitivne procese, imunološke funkcije i aktivnost steroidnih hormona. | Meso, riba, piletina, krumpir i crveno obojeno povrće. | Pad imuniteta, anemija i dermatitis. | Muškarci i žene do 50 godina: 1,3 mg/dan. Muškarci stariji od 51 godine: 1,7 mg/dan Žene starije od 51 godine: 1,5 mg/dan. |

²¹ NE (*Niacin Equivalent*): ekvivalent niacina za koji vrijedi 1 mg niacina = 60 mg triptofana.

| | | | | |
|--|---|---|--|---|
| Biotin (B ₇) | Koenzim koji prenosi CO ₂ u procesu dobivanja energije iz glukoze. | Široko je rasprostranjen (jaja, žitarice, piletina). Proizvode ga i bakterije u probavnom sustavu. | Rijetko se pojavljuje. | Muškarci i žene: 30 µg/dan. |
| Folat (B ₉) – u hrani; Folna kiselina – u dodacima prehrani | Koenzim nužan za sintezu DNK i stvaranje crvenih krvnih zrnaca. | Tamnozeleno lisnato povrće (špinat, prokulice), mahunarke, naranče, jetra i obogaćeni proizvodi. | Prilikom planiranja i u prvim tjednima trudnoće savjetuje se suplementacija folnom kiselinom s ciljem sprečavanja nastanka rascjepa neuralne cijevi ²² . Perniciozna anemija ²³ . | Muškarci i žene: 400 µg/dan, Izraženo kao DFE ²⁴ . Trudnice: 600 µg/dan. Dojilje: 500 µg/dan. |
| Cijanokobalamin (B ₁₂) | Održavanje zdravlja središnjega živčanog sustava. Zajedno s folatom sudjeluje u stvaranju crvenih krvnih zrnaca. | Jedinstven među vitaminima jer se nalazi samo u hrani životinjskog podrijetla (pileća jetra, svježi kravljji sir, govedina, srdela i tuna). | Perniciozna anemija. Manjak je u pravilu češće posljedica loše apsorpcije ²⁵ nego nedovoljnog unosa. | Muškarci i žene: 2,4 µg/dan ²⁶ |

²² Rascjep neuralne cijevi (*Spina bifida*): anomalija središnjega živčanog sustava i kralježnične moždine kod djeteta.

²³ Perniciozna (megaloblastična) anemija: crvena krvna zrnca su deformirana, što utječe na njihov kapacitet prijenosa kisika. Češće je uzrok manjak folne kiseline nego manjak vitamina B₁₂.

²⁴ DFE (*Dietary Folate Equivalent*): ekvivalent prehrambenog folata, 1 DFE = 1 µg folata = 0,6 µg folne kiseline.

²⁵ Loša apsorpcija javlja se zbog manjka želučane kiseline ili manjka tzv. unutrašnjeg faktora koji utječe na apsorpciju B₁₂.

²⁶ Budući da 10-30 % starijih osoba ima poremećaj apsorpcije B₁₂, starijima od 50 godina savjetuje se konzumacija hrane obogaćene s B₁₂ ili korištenje dodataka prehrani.

3.5.1. Makrominerali

Skupini makrominerala pripadaju: kalcij, fosfor, magnezij, natrij, klor, kalij i sumpor. Prisutni su u tijelu uglavnom u ionskom obliku. Natrij, kalij i kalcij su pozitivno nabijeni ioni (kationi), dok su ostali minerali negativno nabijeni (anioni) (Vranešić Bender i Krstev, 2008).

Kalcij je najzastupljeniji mineral u ljudskom tijelu. Većina kalcija nalazi se u kostima i zubima, dok se manji dio nalazi u krvi i tjelesnim tekućinama. Kalcij sudjeluje u građi i održavanju kostiju, održavanju ravnoteže tekućina, regulaciji krvnog tlaka, aktivaciji enzima, izgradnji krvnih zrnaca, kontrakciji mišića i prijenosu živčanih impulsa. Manjak kalcija dovodi do zastoja u rastu i razvoju, a u kasnijoj životnoj dobi i do pojave gubitka koštane mase koji se naziva osteoporoz. Najbolji izvori kalcija su mlijeko i mliječni proizvodi budući da osim što sadrže veliku količinu kalcija, sadrže i vitamin D, koji ubrzava njegovu apsorpciju. Dobar izvor kalcija je također i sitna plava riba koja se jede zajedno s kostima kao i obogaćeni sojini proizvodi. Iako tamnozeleno lisnato povrće također sadrži kalcij, njegova iskoristivost je manja. Razlog manje iskoristivosti je prisutnost oksalne kiseline, koja veže kalcij smanjujući time njegovu apsorpciju. Preporučeni dnevni unos kalcija za odrasle iznosi 1000 mg/dan, a za muškarce i žene starije od 51 godine preporučeni unos je 1200 mg/dan (Marcus, 2013; Weaver, 2020; NIH, n.d.).

Fosfor je drugi najzastupljeniji mineral u tijelu. Oko 85 % fosfora nalazi se zajedno s kalcijem u kostima i zubima. Fosfor također izgrađuje DNK i RNK, a sudjeluje i u procesu dobivanja energije slično kao vitamini B-kompleksa. Fosfolipidi (primjerice lecitin) također u svojoj strukturi sadrže fosfor.

Prirodni izvor fosfora su bjelančevine životinjskog podrijetla budući da se fosfor nalazi u svakoj stanici. Gazirana bezalkoholna pića također sadrže fosfor u obliku ortofosforne kiseline, međutim upravo ta kiselina djeluje negativno na ravnotežu kalcija, pa bi velik unos gaziranih bezalkoholnih pića trebalo uravnotežiti s većim unosom mliječnih proizvoda. Manjak fosfora manifestira se bolovima u kostima te mišićnom slabošću. Preporučeni unos fosfora za odrasle je 700 mg/dan.

Magnezij je mineral koji je poput kalcija i fosfora važan za mineralizaciju kostiju i zuba. Važna funkcija magnezija je da sudjeluje u kontrakciji i relaksaciji mišića kao i u prijenosu živčanih impulsa. Magnezij također sudjeluje u sintezi bjelančevina jetre, srca, mišića i mekih tkiva te u njihovom metabolizmu. U tijelu se apsorbira 40–60 % magnezija unesenog putem hrane, osim u slučaju manjka kada je apsorpcija povećana. Najbolji izvori magnezija su: bademi, špinat, tofu, obogaćeni proizvodi i kamenice. Dobri izvori su također čokolada, tamnozeleno lisnato povrće, mahunarke i orašasti plodovi. Preporuke za unos magnezija za odrasle muškarce iznose 420 mg/dan, dok su za žene nešto manje (320 mg/dan) (Whitney i Rolfes, 2005; NIH, n.d.).

Natrij se zajedno s kalijem i klorom ubraja u skupinu elektrolita²⁷. Natrij i klor su elektroliti u izvanstaničnoj tekućini, dok je kalij elektrolit u unutarstaničnoj tekućini. Funkcije natrija su: održavanje acidobazične ravnoteže, mišićna kontrakcija i prijenos živčanih impulsa.

Glavni izvor natrija su kuhinjska sol, mesni i mliječni proizvodi, soja-umak te konzervirana i prerađena hrana. Budući da je unos tih skupina hrane u pravilu velik, rijetko se pojavljuje manjak natrija, a koje se očituju u porastu krvnog tlaka i poremećaju ravnoteže tekućina, što posljedično predstavlja opterećenje za mozak, srce, bubrege i ostale organe. Dnevni unos natrija za odrasle osobe ne bi trebao premašiti 1500 mg.

Klor je elektrolit poput natrija i kalija te pomaže održavati ravnotežu tekućina unutar stanica i izvan njih. Osim održavanja ravnoteže tekućina klor sudjeluje i u održavanju acidobazične ravnoteže. Klor je sastojak želučane kiseline, koja je važna za razgradnju bjelančevina. Izvori klora su: začini, prerađena hrana, raž, morske alge, kuhinjska sol, pojedino voće i povrće (celer, salata, rajčica).

²⁷ Elektroliti: disocirane molekule koje održavaju ravnotežu tekućina unutar stanica i izvan njih.

Potrebe za klorom smanjuju se starenjem, tako da za muškarce i žene u dobi 19–50 godina iznose 2,3 mg/dan, u dobi od 51–70 godina preporuke su 2,0 mg/dan, a za starije od 51 godine preporučeni unos je 1,8 mg/dan.

Kalij je elektrolit poput klora i natrija. On je glavni pozitivno nabijen elektrolit unutar stanica, a ima ulogu održavanja ravnoteže tekućina i očuvanja acidobazične ravnoteže. Također je važan za održavanje srčanog ritma, mišićnu kontrakciju, prijenos živčanih impulsa i sintezu bjelančevina. Izvori kalija su: svježe voće i povrće, perad, meso i cjelovite žitarice. Preporučeni unos kalija za odrasle muškarce iznosi 3400 mg/dan, dok je preporučeni unos za žene 2600 mg/dan.

Sumpor se nalazi u sastavu nekih aminokiselina. Sadržan je u stanicama koje izgrađuju kosu, nokte i kožu. Izvori sumpora su: kupus, jaja, mliječni proizvodi, riba, češnjak, mahunarke, meso, luk (Mahan i sur., 2013).

3.5.2. Mikrominerali

U ovu skupinu ubrajaju se: željezo, cink, jod, selen, bakar, mangan, fluor, krom i molibden. Sadržaj mikrominerala često ovisi o sastavu tla, vode i načinu obrade hrane. Mikrominerali su toksični pri unosu koji nije puno veći od uobičajenog, tako da je važno da uobičajeni unos nije veći od gornje granice preporučenoga (Vranešić Bender i Krstev, 2008).

Željezo je mikromineral koji, iako je potreban u malim količinama, ima vrlo važne funkcije u organizmu. To je ujedno mineral čiji nedostatak je najčešći u populaciji. Željezo izgrađuje hemoglobin²⁸ i mioglobin²⁹. Posljedica manjka željeza je anemija, koja se manifestira nedostatkom energije, padom koncentracije, umorom i povećanom osjetljivošću na infekcije. Kod anemije, crvena krvna zrnca su mala, svijetla, s vrlo malo hemoglobina. Željezo se svakodnevno izlučuje iz organizma putem urina, fecesa i kroz menstrualno krvarenje, pa je važno svakodnevno osigurati njegov dovoljan unos.

Željezo se u hrani može naći u dva oblika: hemsko željezo i ne-hemsko željezo. Osnovna je razlika između tih dviju vrsta željeza u apsorpciji. Ukupna apsorpcija željeza je niska (10–20 % ukupno unesenog željeza se apsorbira). **Hemsko željezo** apsorbira se u udjelu 20–40 %, a nalazi se u hrani životinjskog podrijetla (riba, meso, perad). **Ne-hemsko željezo** vrlo se loše apsorbira (1–10 %), a nalazi se u hrani biljnog podrijetla. Apsorpcija željeza može biti smanjena u prisutnosti fitinske kiseline, koja se često nalazi u cjelovitim žitaricama. Apsorpcija ne-hemskog željeza povećava se u prisutnosti vitamina C (Banjari, 2013; Aggett, 2020). Izvori željeza su: crveno meso, riba, tamnozeleno lisnato povrće, sušeno voće i obogaćeni proizvodi. Preporuke za unos željeza za odrasle muškarce i žene starije od 51 godine iznose 8 mg/dan, dok odrasle žene u reproduktivnoj dobi imaju povećane potrebe (18 mg/dan).

Cink je mineral koji ulazi u sastav brojnih enzima, sudjeluje u sintezi DNK, rastu, razvoju i funkcioniranju imunološkog sustava. Jednako kao i kod željeza, apsorpcija mu može biti smanjena u prisutnosti fitinske kiseline. Izvori cinka su: mliječni proizvodi, riba, meso, orašasti plodovi i školjke. Odraslim muškarcima preporučuje se dnevno unijeti 11 mg cinka, a ženama 8 mg.

Jod je važan za pravilan rad štitne žlijezde, koja utječe na rast, reprodukciju, održavanje tjelesne temperature i metabolizam na razini svake stanice u tijelu. Manjak joda naziva se gušavost. S ciljem osiguravanja dovoljne opskrbe opće populacije jodom, kuhinjska sol se jodira. Osim jodirane soli, izvori joda su: riba i proizvodi ribarstva, obrađena hrana te mliječni proizvodi. Preporuke za unos joda za muškarce i žene iznose 150 µg/dan.

²⁸ Hemoglobin: bjelančevina koja izgrađuje crvena krvna zrnca i daje crvenu boju krvi. U tkiva doprema kisik, a odnosi CO₂.

²⁹ Mioglobin: bjelančevina koja se nalazi u mišićima, a kontrolira uzimanje kisika iz crvenih krvnih zrnaca.

Selen je mikromineral koji je dio antioksidativnog enzima te mu se u toj ulozi pripisuju i antikancerogena svojstva. U pravilu široko je rasprostranjen u hrani iako mu sadržaj u velikoj mjeri ovisi o tlu gdje se hrana uzgaja. Izvori selena su: jaja, riba, meso, ribe i plodovi mora, povrće i cjelovite žitarice. Preporučeni unos selena za oba spola je 55 µg/dan.

Bakar sudjeluje u nastanku crvenih krvnih zrnaca. Također sudjeluje u stvaranju kolagena, enzima te u procesu zacjeljivanja rana. Bakar i cink natječu se za apsorpciju u probavnom sustavu. Prehrana bogata jednim od tih dvaju minerala smanjuje apsorpciju drugog. Manjak bakra može izazvati depresiju jer bakar pomaže u nastanku neurotransmitera dopamina, koji ublažava depresiju. Izvori bakra su: orašasti plodovi, meso, iznutrice te ribe i plodovi mora. Preporučeni unos bakra za oba spola je 900 µg/dan.

Mangan sudjeluje u aktivnosti mnogih enzima i u staničnim reakcijama. Široko je rasprostranjen u hrani, a pohranjuje se uglavnom u jetri i bubrezima. Manjak mangana očituje se u neadekvatnom funkcioniranju središnjega živčanog sustava te u problemima s rastom i reprodukcijom. Mangan je široko rasprostranjen u hrani, a posebno dobri izvori su: mahunarke, orašasti plodovi i zob. Preporučeni unos mangana za muškarce je 2,3 mg/dan, a za žene 1,8 mg/dan.

Fluor je važan za zdravlje zuba i održavanje koštane mase. Fluor se često dodaje u zubne paste te se na taj način povećava unos. Ostali izvori fluora su: voda, obrađene žitarice te tekućine za ispiranje usta. Preporučeni unos fluora za muškarce je 4 mg/dan, a za žene 3 mg/dan.

Krom zajedno s inzulinom sudjeluje u metabolizmu glukoze, iako ta uloga još nije u potpunosti razjašnjena. Manjak kroma očituje se u poremećaju metabolizma glukoze te u povišenoj koncentraciji kolesterola i triacilglicerola u krvi. Izvori kroma su: žumanjak jajeta, meso, gljive, orašasti plodovi te voće i povrće. Preporučeni unos kroma za muškarce do 50 godina iznosi 35 µg/dan, dok je za starije muškarce preporuka 30 µg/dan. Preporuka za žene do 50 godina je 25 µg/dan, a za starije 20 µg/dan.

Molibden sudjeluje u funkcioniranju nekolicine enzima. Stvara komplekse s ugljikohidratima i aminokiselinama. Pomaže u razbijanju purina koji uzrokuju nastanak gihta. Nakuplja se u bubrezima, jetri i zubima. Izvori molibdena su: žitarice, tamnozeleno lisnato povrće, mahunarke, malomasni mliječni proizvodi i iznutrice. Preporuke za dnevni unos za žene i muškarce iznose 45 µg/dan (Whitney i Rolfes, 2005; Mahan i sur., 2013; NIH, n.d.).

3.6. Literatura

- Aggett, P. J. (2020): Iron. U: Present Knowledge in Nutrition, 11. izd. (ur. Marriott, B., Birt, D., Stalling, V., Yates, A.). Academic Press – Elsevier, Cambridge, 375-392.
- Ahnen, R. T., Mottet, R., Omolo, M., Slavin, J. (2020): Carbohydrates. U: Present Knowledge in Nutrition, 11. izd. (ur. Marriott, B., Birt, D., Stalling, V., Yates, A.). Academic Press – Elsevier, Cambridge, 37-50.
- Banjari, I. (2013): Unos željeza prehranom kao mjera prevencije anemije u trudnoći. *Hrana u zdravlju i bolesti* 2, 71-77.
- Benzal, J. D. G., Aiello, P., Moreno, D. A., Viguera, C. G., Villano, D. (2021): Vitamins. U: Nutraceutical and Functional Food Components: Effects of Innovative Processing Techniques, 2. izd. (ur. Galanakis, C. M.). Academic Press – Elsevier, London, 159-189.
- Bituh, M. (2013): Glikemijski indeks i glikemijsko opterećenje. U: 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani (ur. Šatalić, Z.). Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, Zagreb, 140-141.
- Blaner, W. S. (2020): Vitamin A and provitamin A carotenoids. U: Present Knowledge in Nutrition, 11. izd. (ur. Marriott, B., Birt, D., Stalling, V., Yates, A.). Academic Press – Elsevier, Cambridge, 73-91.
- Carneiro, L., Leloup, C. (2020): *Mens sana in corpore sano*: Does the glycemic index have a role to play. *Nutrients* 12, 2989.
- Delaš, I. (2013): Masnoće u prehrani, prijatelj ili neprijatelj zdravlja. U: 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani (ur. Šatalić, Z.). Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, Zagreb, 206-207.
- Ferland, G. (2020): Vitamin K. U: Present Knowledge in Nutrition, 11. izd. (ur. Marriott, B., Birt, D., Stalling, V., Yates, A.). Academic Press – Elsevier, Cambridge, 137-153.
- Fleet, J. C., Shapses, S. A. (2020): Vitamin D. U: Present Knowledge in Nutrition, 11. izd. (ur. Marriott, B., Birt, D., Stalling, V., Yates, A.). Academic Press – Elsevier, Cambridge, 93-114.
- Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje (2021): Kolesterol. Leksikografski zavod Miroslav Krleža. Dostupno na: <http://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=32399>. Pristupljeno 6. 11. 2022.
- Jenkins, D. J. A., Wolever, T. M. S., Jenkins, A. L., Thorne, M. J., Lee, R., Kalmusky, J., Reichert, R., Wong, G. S. (1983): The glycaemic index of foods tested in diabetic patients: A new basis for carbohydrate exchange favouring the use of legumes. *Diabetologia* 24, 257-264.
- Jones, P. J. H., Lichtenstein, A. H. (2020): Lipids. U: Present Knowledge in Nutrition, 11. izd. (ur. Marriott, B., Birt, D., Stalling, V., Yates, A.). Academic Press – Elsevier, Cambridge, 51-69.
- Kurpad, A. V. (2013): Protein. U: Encyclopedia of Human Nutrition, Sv. 4., 3. izd. (ur. Caballero, B., Allen, L., Prentice, A.). Academic Press – Elsevier, Oxford, 123-130.
- Lichtenstein, A. H. (2013): Fats and oils, U: Encyclopedia of Human Nutrition, Sv. 2., 3. izd. (ur. Caballero, B., Allen, L., Prentice, A.). Academic Press – Elsevier, Oxford, 201-208.
- Mahan, L. K., Escott-Stump, S., Raymond, J. L. (2013): Krause's Food & Nutrition Care, 13. izd. Saunders – Elsevier, St. Louis.

- Marcus, J. B. (2013): *Culinary Nutrition: The Science and Practice of Healthy Cooking*. Academic Press, Oxford.
- NIH – National Institutes for Health (n.d.): Nutrient Recommendations and Databases. Dostupno na: <https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/nutrientrecommendations.aspx>. Pristupljeno: 29. 1. 2023.
- Simopoulos, A. P. (2005): Fatty acids: Omega-3 polyunsaturated. U: *Encyclopedia of Human Nutrition*, 2. izd. (ur. Caballero, B., Allen, L., Prentice, A.). Academic Press – Elsevier, Cambridge, 205-219.
- Slavin, J., Tucker, M., Harriman, C., Jonnalagadda, S. S. (2013): Whole Grains: definition, dietary recommendations and health benefits. *Cereal Foods World* 58, 191-198.
- Stylianopoulos, S. (2013): Carbohydrates: Chemistry and Classification. U: *Encyclopedia of Human Nutrition*, Sv. 1., 3. izd. (ur. Caballero, B., Allen, L., Prentice, A.). Academic Press – Elsevier, Oxford, 265-271.
- Šatalić, Z., Sorić, M., Mišigoj-Duraković, M. (2016): *Sportska prehrana*. Znanje, Zagreb, 128-198.
- Šimudić, B. (2008): *Prehrambena roba, prehrana i zdravlje*. Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Sveučilište u Rijeci, Opatija.
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., Campbell, T. (2021): *Essentials of Food Science*, 5. izd. Springer Nature, Cham.
- Vranešić Bender, D., Krstev, S. (2008): Makronutrijenti i mikronutrijenti u prehrani čovjeka. *Medicus* 17, 19-25.
- Whitney, E., Rolfes, S. R. (2005): *Understanding Nutrition*. Thomson Wadsworth, Belmont.
- Weaver, C. M. (2020): Calcium. U: *Present Knowledge in Nutrition*, 11. izd. (ur. Marriott, B., Birt, D., Stalling, V., Yates, A.). Academic Press – Elsevier, Cambridge, 321-332.
- Yu, Y-M., Fukagawa, N. K. (2020): Protein and amino acids. U: *Present Knowledge in Nutrition*, 11. izd. (ur. Marriott, B., Birt, D., Stalling, V., Yates, A.). Academic Press – Elsevier, Cambridge, 15-35.

4. ŽITARICE I PROIZVODI OD ŽITARICA



4. ŽITARICE I PROIZVODI OD ŽITARICA

4.1. Definicija, podjela, proizvodnja i konzumacija proizvoda od žitarica

Žitarice su biljne vrste iz porodice trava (*Poaceae*) u koje se ubrajaju: pšenica (uključujući krupnik/pir i khorasan), raž, ječam, tritordeum, zob, kukuruz, riža, proso, sirak i pšenoraž (tritikale) te heljda iz porodice dvornika (*Polygonaceae*) (Ministarstvo poljoprivrede, 2022). Zbog svojega specifičnog sastava, heljda se ubraja i u skupinu pseudožitarica, pa će u tom kontekstu biti objašnjena u nastavku ovoga poglavlja. Žitarice se često nazivaju i cerealije po grčkoj božici žita Ceres.

U prirodi se žitarice razlikuju prema vanjskom obilježju:

- Pšenica, raž, pšenoraž i ječam po klasu
- Zob, proso, heljda, riža i sirak po metlici
- Kukuruz po klipu.

Ovisno o namjeni, žitarice se mogu podijeliti na (Klarić, 2017):

- **Krušne žitarice:** one iz kojih se može dobiti kvalitetan pekarski proizvod. U tu se skupinu ubrajaju pšenica i raž.
- **Nekrušne žitarice:** one koje nisu samostalno prikladne za proizvodnju kruha i peciva, nego služe kao dodaci krušnim žitaricama u proizvodnji specijalnih vrsta kruha i peciva. U tu se skupinu ubrajaju kukuruz, zob, ječam, proso, heljda, riža i sirak.
- **Pseudožitarice:** stare vrste žitarica iz kojih su se razvile današnje vrste, a koje nisu genetski promijenjene. U tu se skupinu ubrajaju amarant, kvinoja i heljda.

Široka rasprostranjenost žitarica objašnjava se njihovom dobrom prilagodljivošću na različite klimatske uvjete. Neke žitarice bolje uspijevaju u toplijim krajevima (kukuruz, riža, sirak i proso), dok nekima više odgovara umjerena do hladnija klima (pšenica, raž, ječam i zob) (Koehler i Wieser, 2013). Svjetska proizvodnja pojedinih žitarica i njihovih proizvoda prikazana je u tablici 4.1.

Na svjetskoj razini, žitarica koja se najviše uzgaja i prerađuje je kukuruz. Na kukuruz otpada čak 38,6 % ukupne svjetske proizvodnje žitarica. Na drugom mjestu po zastupljenosti je pšenica s udjelom od 25,7 % i riža s udjelom od 25,3 % svjetske proizvodnje. U Europi gotovo polovica uzgojenih i prerađenih žitarica otpada na pšenicu, a slijede kukuruz (24,4 %) i ječam (17,6 %). U Hrvatskoj, kukuruz čini 65,4 % uzgojenih i prerađenih žitarica, dok je na drugom mjestu pšenica (23 %) (tablica 4.1.).

Najviše žitarica konzumira se u Aziji (197,7 kg/stanovnik/godišnje), a slijede Afrika i Europa (tablica 4.2). Žitarica koja se u svijetu konzumira u najvećoj količini je riža (80,5 kg/stanovnik/godišnje), a slijede pšenica i kukuruz. Najviše riže konzumira se u azijskim zemljama (oko 118 kg/stanovnik/godišnje). Najčešće konzumirana žitarica u Europi je pšenica (112,3 kg/stanovnik/godišnje), dok se najviše kukuruza konzumira u Africi (43,2 kg/stanovnik/godišnje). Prema podacima FAOSTAT-a, u Hrvatskoj se najviše konzumiraju proizvodi od pšenice (98,5 kg/stanovnik/godišnje), a slijede kukuruz i riža (9,1 i 2,5 kg/stanovnik/godišnje) (tablica 4.2.).

Tablica 4.1. Proizvodnja žitarica i proizvoda od žitarica u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (1000 t) (FAOSTAT, 2019)

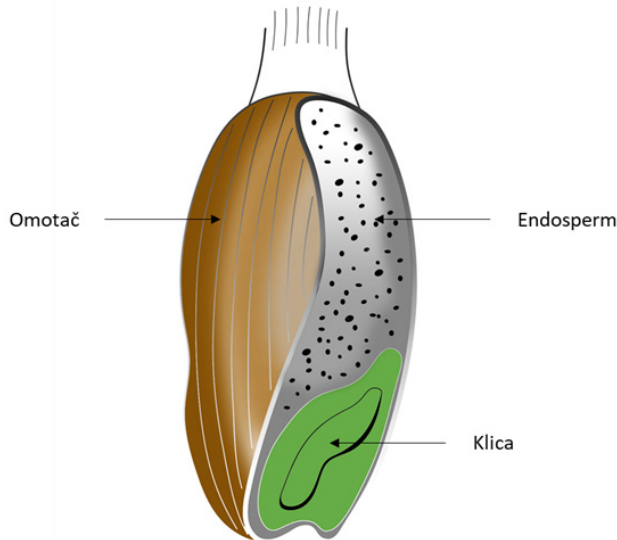
| | Pšenica | Riža | Ječam | Kukuruz | Raž | Zob | Ostale žitarice | Ukupno |
|--|---------|---------|---------|-----------|--------|--------|-----------------|-----------|
| Svijet | 765 867 | 753 411 | 158 951 | 1 148 688 | 12 801 | 23 104 | 114 931 | 2 977 753 |
| Afrika | 26 583 | 37 171 | 6 873 | 82 948 | 97 | 178 | 48 258 | 202 108 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 117 009 | 34 818 | 21 699 | 564 451 | 703 | 7 065 | 20 545 | 766 290 |
| Azija | 337 957 | 677 322 | 25 542 | 367 968 | 910 | 1 080 | 24 219 | 1 434 998 |
| Australija i Novi Zeland | 17 996 | 67 | 9 203 | 523 | 32 | 1 161 | 1 309 | 30 291 |
| Europa | 266 322 | 4 024 | 95 634 | 132 773 | 11 059 | 13 620 | 20 413 | 543 845 |
| Hrvatska | 803 | - | 279 | 2 298 | 7 | 58 | 68 | 3 513 |

Tablica 4.2. Konzumacija žitarica i proizvoda od žitarica u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (kg/stanovnik/godišnje) (FAOSTAT, 2019)

| | Pšenica | Riža | Ječam | Kukuruz | Raž | Zob | Ostale žitarice | Ukupno |
|--|---------|-------|-------|---------|-----|-----|-----------------|--------|
| Svijet | 65,9 | 80,5 | 1,0 | 19,2 | 0,6 | 0,7 | 6,8 | 174,7 |
| Afrika | 46,8 | 34,8 | 3,0 | 43,2 | 0 | 0,2 | 26,3 | 154,3 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 60,5 | 26,1 | 0,4 | 36,4 | 0,2 | 2,7 | 1,0 | 127,3 |
| Azija | 64,9 | 117,9 | 0,6 | 10,4 | 0,1 | 0,1 | 3,7 | 197,7 |
| Australija i Novi Zeland | 76,9 | 13,6 | 0,1 | 4,5 | 0,0 | 1,0 | 2,0 | 98,1 |
| Europa | 112,3 | 6,7 | 1,4 | 7,9 | 5,6 | 2,0 | 1,3 | 137,2 |
| Hrvatska | 98,5 | 2,5 | 0,8 | 9,1 | 1,1 | 0,5 | 0,6 | 113,1 |

4.2. Građa zrna žitarica

Zrna svih žitarica građena su od tri dijela: omotača, endosperma i klice. Dijelovi zrna žitarica prikazani su na slici 4.1.



Slika 4.1. Građa zrna žitarica (izrada autorice)

Omotač je vanjski dio zrna koji se sastoji od perikarpa (vanjski dio) i perisperma (unutarnji dio), a čini oko 15 % zrna. Bogat je netopljivim prehranbenim vlaknima (celuloza, hemiceluloza, lignin), mineralima, vitaminima B-kompleksa, polifenolima i fitokemikalijama. Omotač ulazi u sastav brašna od cjelovitog zrna žitarica.

Endosperm čini 60–85 % zrna, a sastoji se uglavnom od ugljikohidrata (škrob) i manjeg udjela bjelančevina (glijadin i glutenin) te vitamina B-kompleksa (riboflavin, niacin i tiamin). Vanjski dio endosperma naziva se aleuronski sloj. Aleuronski sloj prehranbeno je vrlo vrijedan jer sadrži topljiva prehranbena vlakna, esencijalne aminokiseline, minerale, vitamine, lignine i enzime. Taj se sloj kod proizvodnje rafiniranog brašna odbacuje zajedno s omotačem.

Klica je najmanji dio zrna (2,5–3 %) te čini osnovu za klijanje nove biljke. Sadrži ulja, bjelančevine, vitamine B-kompleksa i minerale. Kod mljevenja zrna, klica se obično uklanja da se spriječi užegnutost brašna zbog zadržanog ulja. Kod nekih žitarica klica služi i za industrijsku proizvodnju ulja (npr. ulje kukuruznih klica) (Slavin i sur., 2013; Vaclavik i sur., 2021).

4.3. Hranjiva vrijednost žitarica

Žitarice sadrže 11–14 % vode te značajan udio ugljikohidrata (60–75 %). Kemijski sastav odabranih vrsta žitarica prikazan je u tablici 4.3.

Ugljikohidrati se nalaze uglavnom u obliku škroba u endospermu, ali žitarice sadrže i tzv. neškrobne polisaharide: arabinoksilane, β -glukane, šećere i celulozu. Zbog svojih tehnoloških svojstava najznačajniji je škrob, koji je u obliku granula, a građen je od dviju frakcija: amiloze (25–28 %) i amilopektina (72–75 %). Zbog svojih jedinstvenih svojstava, od kojih su najvažnija želatinizacija i retrogradacija, škrob je važan za teksturu i svojstva brojnih pekarskih proizvoda (Koehler i Wieser, 2013).

Tablica 4.3. Kemijski sastav odabranih vrsta žitarica (prerađeno prema: Koehler i Wieser, 2013)

| Hranjiva tvar (g/100g) | Pšenica | Raž | Kukuruz | Ječam | Zob | Riža | Proso |
|----------------------------------|---------|------|---------|-------|------|------|-------|
| Voda | 12,6 | 13,6 | 11,3 | 12,1 | 13,1 | 13,0 | 12,0 |
| Bjelančevine | 11,3 | 9,4 | 8,8 | 11,1 | 10,8 | 7,7 | 10,5 |
| Masti | 1,8 | 1,7 | 3,8 | 2,1 | 7,2 | 2,2 | 3,9 |
| Prehrambena vlakna | 13,2 | 13,1 | 9,8 | 9,7 | 9,8 | 2,2 | 3,8 |
| Minerali | 1,7 | 1,9 | 1,3 | 2,3 | 2,9 | 1,2 | 1,6 |
| Hranjiva tvar (mg/kg) | Pšenica | Raž | Kukuruz | Ječam | Zob | Riža | Proso |
| Tiamin | 4,6 | 3,7 | 3,6 | 4,3 | 6,7 | 4,1 | 4,3 |
| Riboflavin | 0,9 | 1,7 | 2,0 | 1,8 | 1,7 | 0,9 | 1,1 |
| Pantotenska kiselina | 12,0 | 15,0 | 6,5 | 6,8 | 7,1 | 17,0 | 14,0 |
| Piridoksin | 2,7 | 2,3 | 4,0 | 5,6 | 9,6 | 2,8 | 5,2 |
| Folat | 0,9 | 1,4 | 0,3 | 0,7 | 0,3 | 0,2 | 0,4 |
| Vitamin E (ukupni tokoferoli) | 41,0 | 40,0 | 66,0 | 22,0 | 18,0 | 19,0 | 40,0 |

Tijekom postupka otapanja pri povišenoj temperaturi, a što se često provodi prilikom proizvodnje pekarskih proizvoda, dolazi do strukturalnih promjena na škrobu koje se nazivaju želatinizacija. Želatinizacija se očituje u bubrenju škrobnih granula i stvaranju guste paste. Tijekom hlađenja škrobne paste dolazi do pojave retrogradacije. Prilikom **retrogradacije** škrob djelomično rekristalizira iz amornog u uređenije kristalno stanje formirajući talog ili viskoelastičan gel (BeMiller i Huber, 2008).

Prosječan sadržaj **bjelančevina** različitih žitarica kreće se u relativno uskim granicama: 7,7 % (riža) – 11,3 % (pšenica) (tablica 4.3.). Najveći dio bjelančevina smješten je u središnjem dijelu zrna (endosperm), pa su posljedično bjelančevine zadržane u rafiniranom brašnu. Bjelančevine žitarica mogu se podijeliti u četiri frakcije: albumini, globulini, prolamini i glutelini. Prolaminske frakcije različitih žitarica imaju trivijalna imena: glijadin (pšenica), sekalin (raž), hordein (ječam), avenin (zob), zein (kukuruz), orizin (riža) i kafirin (proso). S tehnološkog i prehrambenog stajališta posebno su važne bjelančevine netopljive u vodi (glijadin i glutenin, koje tvore gluten).

Gluten je sadržan u pšenici, raži, ječmu i najčešće u zobi. Žitarice koje ne sadrže gluten su: heljda, riža, kukuruz, sirak, proso, amarant i kvinoja.

Značajka aminokiselinskog profila cjelovitih žitarica je da sadrže malo lizina. Iz tog se razloga lizin smatra limitirajućom aminokiselinom pa, ako se želi postići komplementarnost i maksimalno iskorištavanje aminokiselina žitarica, savjetuje se kombinirati ih s mahunarkama (Rebello i sur., 2014).

Masti su prosječno sadržane u udjelu od 1,7 % (raž) do 7,2 % (zob) (tablica 4.3.). Smještene su uglavnom u klici, a manje ih ima u aleuronskom sloju i u endospermu. Nakon obrade pšenično brašno zadržava malo masti (0,5–3 %) (Koehler i Wieser, 2013). Iako su masti prisutne u malim količinama, važne su za peciva svojstva brašna i tehnološke postupke proizvodnje pekarskih proizvoda.

Minerali se u žitaricama nalaze u rasponu od 1,2 % (riža) do 2,9 % (zob) (tablica 4.3.). Najveći udio minerala je u omotaču, aleuronskom sloju i klici, pa su mineralima posebno bogate cjelovite žitarice. Mineralne tvari sadržane u značajnijim količinama u žitaricama (posebno u cjelovitima) su: kalij, fosfor, magnezij i cink (Katina i sur., 2005).

Cjelovite žitarice sadrže **antinutritivne faktore** (fitinska kiselina i lektani) koji vežu na sebe minerale tvoreći netopljivi kompleks i na taj način smanjuju njihovu apsorpciju.

Na djelovanje fitinske kiseline najosjetljiviji su željezo i cink, ali i kalcij, kalij te magnezij. Fitinska kiselina također može vezati bjelančevine u netopljive komplekse i time smanjiti njihovu biodostupnost. Fitinska kiselina nalazi se u vanjskom omotaču zrna, pa su njome posebno bogate cjelovite žitarice. Njezin negativni učinak na minerale može se smanjiti hidrolizom pomoću enzima fitaze (koji se aktivira u nekim tehnologijama pripreme tijesta) (Arendt i sur., 2011).

Vitamini su u žitaricama prisutni u malim količinama (1–50 mg/kg), a među njima po udjelu prednjače vitamini B-kompleksa. Vitamini su raspoređeni na sličan način kao i minerali: u omotaču, aleuronskom sloju i klici. Upravo zato mljevenje zrna uz uklanjanje klice i aleuronskog sloja značajno smanjuje sadržaj vitamina. Klica žitarica bogata je vitaminima topljivima u mastima, posebice tokoferolima (vitamin E). Sadržaj tokoferola može biti i iznad 60 mg/kg. Tokoferolima je najbogatiji kukuruz (tablica 4.3.) (Poutanen i sur., 2009).

4.4. Odabrane vrste žitarica

Pšenica je najrasprostranjenija žitarica u svijetu te se uvelike koristi za proizvodnju pekarskih proizvoda i tjestenina. Ovisno o namjeni, u upotrebi su staklasta ili tvrda i mekana ili brašnasta pšenica. Ako je prostor između granula škroba jače popunjen bjelančevinama, tada zrno pšenice u presjeku ima staklast izgled i takva se pšenica naziva **staklasta ili tvrda**. Brašno takve pšenice koristi se u proizvodnji tjestenine. Ako je prostor između škrobnih zrnaca nedovoljno popunjen bjelančevinama, takva se pšenica naziva **mekana ili brašnasta**. Nusproizvod mljevenja pšenice su pšenične posije. Pšenične posije (mekinje) sastoje se pretežito od omotača zrna i aleuronskog sloja. Sadrže obilje vitamina B-kompleksa (niacin, piridoksin, pantotenska kiselina, riboflavin, tiamin i folat), minerala kao što su mangan, magnezij, fosfor, željezo i bakar te prehrambenih vlakana (42,8 g/100g) (Podravka, n.d.).

Raž je nakon pšenice najčešće korištena krušna žitarica. Odlikuje se visokim sadržajem kalcija i željeza, a bjelančevine raži veće su prehrambene vrijednosti u odnosu na bjelančevine pšenice zbog povoljnijega aminokiselinskog sastava. Aleuronski sloj bogat je bjelančevinama, mineralima i vitaminima (posebice vitaminima B-kompleksa). Raž sadrži u značajnoj mjeri i tzv. neškrobne polisaharide (celuloza, β -glukan, pektin i dr.).

Ječam se danas najviše koristi u proizvodnji piva i viskija (*whiskey/whisky*) te za ishranu stoke, a u ljudskoj prehrani nepravedno je zanemaren. Zbog značajnog udjela prehrambenih vlakana ječam ima brojne pozitivne učinke na zdravlje, kao što su sniženje povišene razine kolesterola, poticanje probave i održavanje povoljne ravnoteže crijevne mikrobiote (Vitaminoteka, 2005). Bogat je mineralima: kalijem, natrijem, manganom i željezom te selenom i bakrom – važnim sastojcima antioksidativnih enzima koji štite organizam od slobodnih radikala.

Zob sadrži složene ugljikohidrate i bogata je prehrambenim vlaknima (10 %), među kojima se posebno ističe β -glukan. β -glukan je prehrambeno vlakno čiji je unos povezan s nižim razinama glukoze u krvi nakon jela te dugoročno sa smanjenjem razine kolesterola. Zob sadrži također visokovrijedne bjelančevine, vitamine i minerale. Zrno zobi u usporedbi s drugim žitaricama sadrži najviše masti. Zob je bogata i mineralima: fosforom, cinkom, kalijem, magnezijem, željezom, bakrom i manganom. Minerali se većinom nalaze u omotaču.

Proso sadrži gotovo isti udio bjelančevina kao i pšenica, bogato je vitaminima B-kompleksa, a sadrži i značajnu količinu fosfora. Mineralni sastav pozitivno utječe na funkciju živčanog sustava. Sadrži puno prehrambenih vlakana i ubraja se u hranu s niskim glikemijskim indeksom. Ima visok sadržaj aminokiselina. Iako je proso nutritivno vrlo vrijedna žitarica, upotreba mu je ograničena.

Kukuruz ima vrlo široku primjenu u prehrambenoj, farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji, ali i u proizvodnji pića (alkohol), mliječne i limunske kiseline. Bjelančevine kukuruza nisu posebno kvalitetne (deficitaran je u lizinu i triptofanu), pa ga je dobro kombinirati s mahunarkama. Glavna bjelančevina je zein. Bogat je feruličnom kiselinom, koja ima antioksidativna svojstva.

Riža ima zrno građeno kao i ostale žitarice uz specifičnost da opna s aleuronskim slojem tvori tzv. srebrnu ovojnica. Srebrna ovojnica izvor je vitamina B₁ i B₂, pantotenske kiseline i vitamina B₆. Riža ne sadrži sve aminokiseline, pa je u prehrani treba kombinirati s mahunarkama. Integralna riža zadržala je dio ovojnice i klice, pa ima i veću hranjivu vrijednost (Klarić, 2017).

4.5. Pseudožitarice

Pseudožitarice ne pripadaju istoj botaničkoj porodici kao žitarice, ali njihove sjemenke podsjećaju na žitarice i koriste se na sličan način. Uzgajale su se više u prošlosti, a s vremenom je njihova kultivacija značajno smanjena. Danas se zahvaljujući svojoj iznimnoj prehrambenoj vrijednosti nazivaju i žitarice 21. stoljeća. Zanimanje za tom skupinom žitarica uvelike je potaknuto stalnim rastom broja potrošača koji traže proizvode bez glutena.

Hranjiva vrijednost pseudožitarica prvenstveno je u velikom sadržaju, visokoj kvaliteti te dobroj probavljivosti bjelančevina. Nadalje, pseudožitarice karakterizira i povoljan profil masnih kiselina, značajan udio škroba, prehrambenih vlakana, bogatstvo minerala (kalcija, željeza i cinka) te fitokemikalija (Martínez-Villaluenga i sur., 2020).

Bjelančevine pseudožitarica su kvalitetnije u usporedbi s bjelančevinama žitarica jer imaju dobro uravnotežene količine aminokiselina, a sadrže i lizin, metionin i cistein, za razliku od žitarica koje su deficitarne prvenstveno u lizinu (a potom i u triptofanu i treoninu) (Motta i sur., 2019). Bjelančevine pseudožitarica imaju bolju probavljivost u usporedbi s bjelančevinama žitarica (Joye, 2019).

Masti su u pseudožitaricama sadržane u većoj količini nego u žitaricama. Profil masnih kiselina u pseudožitaricama karakterizira visok udio višestruko nezasićenih masnih kiselina (71–85 %) te povoljan omjer zasićenih prema nezasićenim masnim kiselinama.

Vitamini u pseudožitaricama su predmet interesa prvenstveno zbog velike zastupljenosti vitamina B-kompleksa, ali i vitamina E i β-karotena. **Minerali** prisutni u pseudožitaricama su kalcij, željezo i cink (Martínez-Villaluenga i sur., 2020).

Zahvaljujući kemijskom sastavu, a posebno sadržaju brojnih **bioaktivnih komponenta** (polifenoli, fitosteroli, bioaktivni peptidi), utjecaji pseudožitarica na zdravlje postali su predmetom istraživanja. Iako je potrebno još dokaza u *in vivo* modelima, studije na eksperimentalnim životinjama, ali i dobrovoljcima, pokazale su pozitivne učinke. Pozitivni učinci na zdravlje očituju se u protuupalnom i prebiotičkom djelovanju te djelovanju na kontrolu razine glukoze u krvi kao i na sniženje koncentracije kolesterola u krvi (de Frutos i sur., 2018).

U skupinu pseudožitarica ubrajaju se: kvinoja, amarant i heljda. Te tri pseudožitarice, s obzirom na hranjivu vrijednost i tehnološke mogućnosti prerade, u značajnoj mjeri mogu zamijeniti pšenicu u proizvodima bez glutena.

Kvinoja sadrži najviše bjelančevina u usporedbi s ostalim pseudožitaricama. Masti kvinoje sastoje se od višestruko nezasićenih masnih kiselina (85 %), dok je mali udio zasićenih masnih kiselina (palmitinske ima oko 10 %). Kvinoja sadrži značajne količine vitamina B₆ i folata. Osim tih dvaju vitamina kvinoja među pseudožitaricama sadrži najviše vitamina E i β-karotena (Tang i sur., 2016). Bogat je izvor fitosterola, flavonoida i tokoferola.

Amarant sadrži značajnu količinu škroba (65–75 %) koji karakterizira vrlo dobra probavljivost te svega 5 % prehrambenih vlakana. Specifičnost amaranta je da su škrobne granule vrlo male i imaju velik kapacitet zadržavanja vode. Prehrambena vrijednost je u velikoj količini bjelančevina i dobrom profilu aminokiselina. S obzirom na probavljivost bjelančevina, amarant se može smatrati izvorom komplementarnih bjelančevina (Aguilar i sur., 2015).

U amarantu, kao i u kvinoji, dominantne su linolna (C18:2 *n*-6) i alfa-linolenska masna kiselina (C18:3 *n*-3) (Tang i sur., 2016). Amarant sadrži i najveći udio minerala među pseudožitaricama. Bogat je fitokemikalijama i antioksidansima.

Heljda sadrži veliku količinu škroba koji se razlikuje od ostalih žitarica jer sadrži više amiloze, a manje amilopektina. Dominantne masne kiseline u heljdi su oleinska i linolenska (Shukla i sur., 2018). Dobar je izvor antioksidansa: tokoferola, fenola i flavonoida, posebice kvercetin i rutina. Pokusi s heljdom pokazali su njezino antitumorsko, antioksidativno i protuupalno djelovanje te pozitivno djelovanje na jetru i dijabetes (Jing i sur., 2016).

4.6. Proizvodi od žitarica

Proizvodi od žitarica dobiveni su daljnjom obradom ili preradom očišćenih žitarica, a namijenjeni su prodaji krajnjem potrošaču ili daljnjim proizvodnji. S obzirom na namjenu, sastav, osobine i vrste tehnološkog procesa razvrstavaju se na: mlinske proizvode, gotove proizvode od žitarica, mješavine za pekarske proizvode, pekarske proizvode, tjesteninu, tijesto i proizvode od tijesta, fine pekarske te srodne proizvode (Ministarstvo poljoprivrede, 2022). U nastavku će biti opisani mlinski proizvodi, pekarski proizvodi te tjestenina i tijesto.

4.6.1. Mlinski proizvodi

Mlinski proizvodi dobivaju se od očišćenih, oljuštenih i pripremljenih žitarica postupcima usitnjavanja, odnosno mljevenja i njihovog razvrstavanja.

Pšenično brašno, pšenična krupica (griz) i pšenična prekrupa proizvodi su koji se dobivaju mljevenjem endosperma pšenice nakon izdvajanja usplođa (omotača) i klice, a razlikuju se po veličini čestica. Pšenična krupica u usporedbi s prekrupom ima sitniju granulaciju (tj. čestice su manje veličine).

Pšenično brašno, krupica i prekrupa klasificiraju se u različite tipove na osnovi količine pepela. **Pepeo** predstavlja mjeru za količinu mineralnih tvari koje zaostaju nakon jakog žarenja odvagnutog uzorka brašna, pri čemu izgore sve organske tvari, a zaostaju mineralne tvari u obliku pepela, preračunato na suhi proizvod koji je osušen na 110°C.

Tip brašna iskazuje se kao količina pepela (%) množena s 1000. Primjerice brašno tipa 550 sadrži 0,5–0,6 % pepela. Najveća količina pepela prisutna je u omotaču zrna, pa zato brašno od cijelog zrna sadrži 1,75–1,90 % pepela. Što brašno sadrži više pepela, to je tamnije boje.

Mlinski proizvodi od pšenice razvrstavaju se i stavljaju na tržište pod nazivima: pšenična krupica (tip 400), pšenično bijelo brašno (tip 400 i tip 550), pšenično polubijelo brašno (tip 700 i tip 850), pšenično crno brašno (tip 1100 i tip 1600), pšenična prekrupa, pšenično brašno od cjelovitog zrna, pšenična prekrupa od cjelovitog zrna i krupica od durum pšenice.

Brašno od cjelovitog zrna žitarica sadrži sve dijelove samljevenog zrna: endosperm, klicu i omotač u jednakim omjerima kao što se nalaze u zrnu. Takvo brašno sadrži značajnu količinu vitamina B-kompleksa, minerala (kalcija, magnezija, kalija, fosfora, natrija i željeza), aminokiselina, prehrambenih vlakana i bioaktivnih komponenata (Slavin i sur., 2013). Na tržište dolazi pod nazivom graham-brašno ili integralno pšenično brašno.

Uz pšenicu za proizvodnju mlinskih proizvoda (brašna, krupice i prekrupe) najčešće korištene žitarice su raž, kukuruz i heljda.

Raženo brašno, prema količini pepela, nalazi se na tržištu kao tip 750, tip 950, tip 1250 i raženo brašno od cijelog zrna. Dodatak raženog brašna kruhu daje puniji okus i svježinu, a zbog manjeg sadržaja kvalitetnoga glutena i veće enzimske aktivnosti poželjno ga je miješati s dijelom pšeničnog brašna.

Kukuruzno brašno, krupica i prekrupa dobivaju se mljevenjem endosperma kukuruza nakon izdvajanja usplođa (omotača) i klice. Kukuruzno brašno ne klasificira se u tipove.

Heljdino brašno, krupica i prekrupa dobivaju se mljevenjem endosperma heljde. Ni heljdino brašno ne klasificira se u tipove (Klarić, 2017; Ministarstvo poljoprivrede, 2022).

Kvaliteta brašna

Procjena kvalitete brašna za neposrednu uporabu može se provesti senzorskim ispitivanjem. Ta se ispitivanja mogu jednostavno provesti, a uključuju: procjenu boje, mirisa, okusa, vlažnosti i granulacije brašna (Klarić, 2017).

Boja brašna ovisi o vrsti žitarica i tipu brašna. Karakteristična boja brašna je žućkasta ili plavkastobijela. Što je tip brašna veći, boja mu je tamnija.

Miris brašna mora biti svjež, karakterističan i ugodan. Brašno vrlo lako poprima strane mirise, pa ga treba skladištiti vodeći računa o robnom susjedstvu: ne smije se skladištiti u blizini sirovina intenzivnog mirisa.

Okus brašna je specifičan, malo gorkast, a nakon kratkog zadržavanja u ustima postaje pomalo slatkast.

Vlažnost brašna može se odrediti tako da se brašno snažno stisne u šaci i ako nakon otvaranja šake ostane u obliku grude, znači da je nepravilno skladišteno te nije pogodno za daljnju primjenu. Ako se kod otvaranja šake brašno lako i fino rasipa, to je znak da je sadržaj vlage normalan i da je brašno pogodno za daljnju upotrebu.

Granulaciju brašna moguće je odrediti trljanjem male količine brašna između palca i kažiprsta pri čemu se mora osjetiti zmatost. Ako brašno nakon trljanja pokazuje gnjecavost, to upućuje na to da je brašno bilo predugo mljeveno, pri čemu se oštetio velik udio škrobnih zrnaca (Klarić, 2017).

4.6.2. Pekarski proizvodi

Proizvodnja pekarskih proizvoda seže u daleku prošlost. Još su stari Egipćani proizvodili kruh iz tijesta koje se dizalo fermentacijom. Uočili su da staro tijesto, dodano u novi zamjes, potiče dizanje tijesta. U grobnici faraona Ramzesa pronađen je crtež koji prikazuje ondašnju proizvodnju kruha. U Bibliji se spominje dizanje tijesta pomoću sredstva za dizanje, što je vjerojatno bila smjesa kvasaca i bakterija (Grba i Stehlik-Tomas, 2010).

Po definiciji, pekarski proizvodi proizvode se odgovarajućim tehnološkim postupkom od mlinskih proizvoda, uz dodatak drugih sastojaka kao što su voda, pekarski kvasac ili druge tvari za fermentaciju, sol te ostali sastojci (Ministarstvo poljoprivrede, 2022).

Prema masi, vrsti upotrijebljenih sastojaka i postupku proizvodnje, pekarski proizvodi razvrstavaju se u sljedeće skupine: kruh, pecivo i drugi pekarski proizvodi.

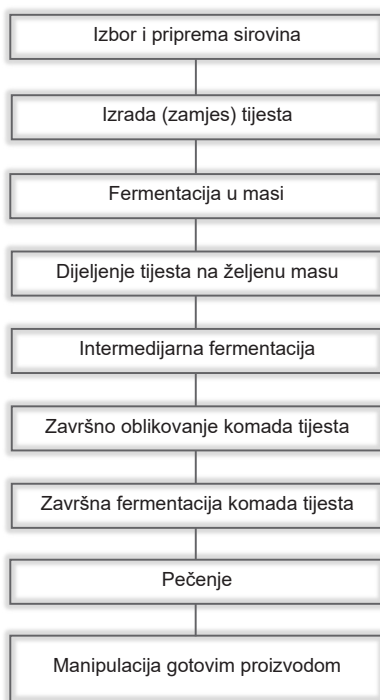
Proizvodnja kruha

Proizvodnja kruha složeni je tehnološki postupak koji ima svoje specifičnosti u ovisnosti o sastojcima, načinu proizvodnje i promjenama koje se tijekom proizvodnje događaju. Tehnološki postupak proizvodnje kao i sastav kruha i peciva vrlo su slični, a razlika je samo u masi gotovog proizvoda. Masa peciva može biti najviše 250 g.

Tehnološki postupak proizvodnje kruha može se u ovisnosti o pripremi tijesta provesti na dva načina: kao direktni i kao indirektni postupak. U **direktnom postupku** sve se sirovine predviđene recepturom odmah zajedno miješaju. U **indirektnom postupku** jedan se dio sirovina koristi za izradu predtijesta (tzv. kiselo tijesto), koje je poslije jedna od komponenata za izradu krušnog tijesta.

Direktni postupak proizvodnje pekarskih proizvoda

Tehnološki postupak proizvodnje pekarskih proizvoda koji se sastoji od devet faza opisanih u nastavku prikazan je na slici 4.2.



Slika 4.2. Blok-shema proizvodnje pekarskih proizvoda (izrada autorice)

Izbor i priprema sirovina

Osnovne sirovine za pripremu pekarskih proizvoda su: brašno, voda, sol i kvasac. Prema potrebi dodaju se i masnoće te poboljšivači.

Brašno za proizvodnju pekarskih proizvoda mora prije stavljanja u promet odležati u mlinu (najmanje mjesec dana) te se prije upotrebe obavezno prosijava. Prosijavanje ima za cilj uklanjanje mehaničkih nečistoća, rahljenje i provjetranje brašna (gubitak vlage).

Voda koja se dodaje tijekom pripreme pekarskih proizvoda mora odgovarati higijenskim zahtjevima vode za piće te biti temperature oko 40°C. Voda se dodaje u udjelu 50–70 %.

Sol se dodaje otopljena u vodi. Količina soli u gotovom kruhu ne smije bit veća od 1,3 %.

Pekarski kvasac (*Saccharomyces cerevisiae*) jednostanični je mikroorganizam kojemu je najpovoljnija temperatura za rast i razmnožavanje 25–27°C, dok je optimalna temperatura za fermentaciju 30–32°C. Funkcija kvasca u proizvodnji kruha je enzimatska razgradnja malih količina jednostavnih šećera u krušnom brašnu na alkohol etanol (C₂H₅OH) i ugljikov dioksid (CO₂). Nastali alkohol tek pri pečenju kruha ispari (vrelište etanola je 78°C), a CO₂ stvara šupljine u tijestu uzrokujući njegovo dizanje. Kvasac se može dodavati kao svježi (s oko 70 % vode) ili kao suhi. Suhi kvasac prije dodatka u brašno mora se otopiti u vodi. Gluten u krušnom brašnu ne dopušta izlazak nastalog plina iz tijesta. Nastali ugljikov dioksid izlazi iz kruha tek nakon pečenja, tijekom hlađenja.

Masnoće koje se dodaju u zamjes prethodno se temperiraju radi omekšavanja.

Poboljšivači, ako se koriste, dodaju se na način i u količini koju propisuje proizvođač, a imaju za cilj postizanje veće kvalitete i stabilnosti gotovog proizvoda (Kent i Evers, 1994; Ministarstvo poljoprivrede, 2022).

Izrada (zamjes) tijesta

Danas najčešće korišten industrijski (direktni) postupak proizvodnje kruha i pekarskih proizvoda primjenom pekarskog kvasca kao monokulture, osigurava brzi zamjes i kratkotrajnu fermentaciju. Iako kratkotrajna fermentacija može biti prednost sa stajališta produktivnosti i proizvodnje većih količina kruha, takav način proizvodnje odražava se na aromu i okus kruha. Kruh proizveden direktnim postupkom imat će slabije izraženu aromu i okus, lakše će se mrviti i brže će stariti.

Miješanje je najvažniji korak u tehnološkom procesu proizvodnje kruha, a traje najčešće 6–12 minuta. U toj fazi proizvodnje, sirovine upijaju vodu i nalaze se u intenzivnom kontaktu sa zrakom. Najvažniji sastojci brašna odgovorni za upijanje vode i formiranje tijesta su bjelančevine netopljive u vodi. Iz njih se zbog upijanja vode formira glutenska mreža. Glutenska mreža stvara se tijekom miješanja od glijadina i glutenina, a tako nastala struktura osigurava ugradnju kisika nužnog za rast kvasca te poslije ugradnju plina (CO₂) kojeg stvara kvasac, čime se postiže rahla struktura sredine kruha.

Fermentacija u masi

Fermentacija je niz složenih reakcija kod kojih se šećeri (glukoza, fruktoza i maltoza) iz brašna (i dodanih sirovina) djelovanjem kvasca razgrađuju, a konačni produkt razgradnje su alkohol, organske kiseline i CO₂. Fermentacija se odvija u zatvorenim posudama, na temperaturi od 28 do 30°C, a dužina fermentacije ovisi o vrsti i tipu pšeničnog brašna kao i o tehnološkom postupku proizvodnje kruha (najčešće od 15–60 minuta).

Viša temperatura fermentacije pogoduje intenzivnijoj aktivnosti kvasca i nastanku veće količine plina. Kada nastane ugljikov dioksid (CO₂), on migrira prema inicijalnim nukleusima zračnih mjehurića nastalih miješanjem i stvara se pjenasta struktura s porama. Posljedica je toga procesa porast volumena. Optimalno trajanje fermentacije je vrijeme potrebno da tijesto postigne svoj maksimalni volumen (Therdthai, 2014).

Kemijska reakcija fermentacije:



Određivanje završetka fermentacije tijesta vrlo je važno i ocjenjuje se pretežito na temelju iskustva.

Dijeljenje tijesta na željenu masu

Nakon završene fermentacije u masi pristupa se dijeljenju tijesta na komade željene mase, a što se može obavljati ručno i strojno. Prije dijeljenja, tijesto se kratko pritisne (ručno ili strojno), pri čemu dolazi do preoblikovanja većih mjehurića zraka u više manjih te se na taj način postiže ujednačenija struktura sredine tijesta. Poslije dijeljenja komad tijesta ima nepravilan oblik sa značajnom količinom izgubljenog plina. Komade je potrebno okruglo oblikovati u loptastu formu koja ima izražene osobine čvrstoće, elastičnosti i smanjene ljepljivosti.

Intermedijarna fermentacija

Dijeljenjem i okruglim oblikovanjem tijesto se fizički napreže i djelomično umara, a zbog određenog gubitka plinova postaje čvršće i neelastično te se mora podvrgnuti još jednoj kratkotrajnoj fermentaciji. Kratkotrajna intermedijarna fermentacija u komori traje od 6 do 20 minuta, a provodi se pri temperaturi od 28 do 30°C.

Završno oblikovanje komada tijesta

Ova je faza tehnološkog procesa važna jer se osim davanja određenog oblika tijestu, većim dijelom utječe i na strukturu sredine kruha. Obavlja se ručno, u kalupima ili strojno.

Završna fermentacija komada tijesta

Postupkom oblikovanja tijesta gube se značajne količine plina. Zato se oblikovani komadi obavezno podvrgavaju završnoj fermentaciji u kojoj stvoreni plin formira mnogobrojne pore preko kojih se toplina prilikom pečenja ravnomjerno prenosi po sredini kruha čineći ga lako probavljivim. Vrijeme trajanja završne fermentacije obično iznosi od 45 do 60 minuta. Tijekom završne fermentacije važno je održavati optimalnu temperaturu i vlažnost. Optimalna temperatura u komori za fermentaciju je 32°C, a vlažnost 75–80 %.

Pečenje

Tijesto koje je postiglo optimalnu fermentacijsku zrelost, a koja se prati postizanjem optimalnog volumena, podvrgava se procesu pečenja, prilikom čega se sirovo neprobavljivo tijesto pretvara u probavljivi proizvod. Temperatura pečenja ovisi o tipu brašna i vrsti proizvoda (od 200 do 250°C). Toplina kod pečenja kruha postupno prodire od površine prema sredini, a temperatura u unutrašnjosti sredine kruha nikada ne prelazi 100°C.

Na početku pečenja fermentacija kvascima još je aktivna, što rezultira povećanjem količine CO₂. Kvasci se inaktiviraju na temperaturi od 55°C i tada prestaje proizvodnja plina. Daljnjim porastom temperature (60–90°C) dolazi do koagulacije bjelančevina i želatinizacije škroba. Ta su dva procesa presudna za strukturu sredine kruha. Konzistencija sredine kruha ovisi o količini glutena, jer ako brašno ne sadrži dovoljno glutena, sredina kruha će se mrviti i biti gnjecava. Ugljikov dioksid isparava, a etanol se otapa u vodenoj fazi tijesta. Daljnjim porastom temperature (na oko 100°C) voda isparava, što uzrokuje gubitak na masi od 10–20 %.

Tijekom pečenja dolazi i do formiranja specifične arome i poželjne smeđe boje kore. Boja nastaje tijekom reakcija neenzimatskog posmeđivanja: Maillardove reakcije i karamelizacije. **Maillardova reakcija** odvija se u tri koraka, a nastaje kao posljedica reakcije reducirajućih šećera i slobodnih aminokiselina. U završnoj fazi reakcije nastaju smeđi pigmenti – melanoidini te dolazi do razvoja poželjne arome kruha. **Karamelizacija** je skup reakcija do kojih dolazi zbog direktnog zagrijavanja šećera (bez sudjelovanja aminokiselina). Maillardova reakcija i karamelizacija odvijaju se pri temperaturi 230–250°C na površini komada koji se peče (BeMiller i Huber, 2008).

Ako je kao slobodna aminokiselina prisutan arginin, tijekom Maillardove reakcije može nastati spoj **akrilamid** koji je potencijalno kancerogen. Akrilamid nastaje samo u kori, pa su s obzirom na trend zainteresiranosti potrošača za zdravlje sve popularniji i kruhovi bez kore (Purlis, 2014).

Manipulacija gotovim proizvodom

S kruhom je poslije pečenja važno pažljivo postupati. Ne smije se stiskati niti slagati jedan komad na drugi, već ga je potrebno ohladiti 30–40 minuta pa tek potom odlagati. Neposredno po završetku pečenja temperatura kore viša je od temperature sredine pa je kruh potrebno pažljivo ohladiti da se postigne temperaturna inverzija. Kruh je potrebno ohladiti do temperature od približno 25°C u sredini komada.

Indirektni postupak proizvodnje pekarskih proizvoda

Danas rastu zahtjevi potrošača za pekarskim proizvodima koji su bez aditiva, senzorski prihvatljiviji, povećane hranjive vrijednosti te s dokazanim pozitivnim utjecajima na zdravlje. Također, raste interes za pekarskim proizvodima od različitih vrsta žitarica. U proizvodnji pekarskih proizvoda koji će zadovoljiti te zahtjeve koristi se tehnologija kiselog tijesta.

Tehnologija kiselog tijesta već se vrlo dugo koristi za proizvodnju raženog kruha, međutim posljednjih dvadesetak godina intenzivno se razvija i primjenjuje i za pekarske proizvode od drugih vrsta žitarica i pseudožitarica. Kiselo tijesto je prirodno sredstvo za dizanje tijesta koje se dobije tako da se smjesa brašna i vode ostavi na toplom mjestu 24–48 sati da se u njemu razmnože kvasci i bakterije prirodno prisutni u brašnu (Grba i Stehlik-Tomas, 2010).

Povijesno gledajući, tehnologija primjene kiselog tijesta stara je koliko i sam postupak fermentacije koji je bio poznat već u drevnom Egiptu. Egipćani su poznavali postupak proizvodnje kruha, a budući da su već tada proizvodili napitak sličan pivu, koristili su i pjenu od piva za proizvodnju kruha. Prirodno kiselo tijesto proizvodili su na način da su mljeli žitaricu koja je drevni srodnik pšenici. Brašno bi se miješalo s vodom i prepustilo spontanoj fermentaciji. Takvom tijestu dodavala se nova količina brašna i vode te bi se zatim peklo u glinenim posudama. Kiselo tijesto u cijelom se svijetu upotrebljavalo od 1. stoljeća pr. n. e. pa sve do početka 15. stoljeća. Kiselo tijesto koje se tada koristilo za proizvodnju kruha nastajalo je spontanom fermentacijom bakterija i kvasaca prirodno prisutnih u brašnu.

Upotreba prirodnoga kiselog tijesta prestaje u 15. stoljeću, kada se počinje koristiti pivski kvasac kao sporedni proizvod iz pivovara. S vremenom raste primjena kvasca, a sve manje se koristi kiselo tijesto. Nakon 1. svjetskog rata započinje proizvodnja pekarskog kvasca na melasi, a industrijska proizvodnja kvasca toliko se razvija da je potpuno napuštena tehnologija korištenja kiselog tijesta (Grba i Stehlik-Tomas, 2010).

Upotreba kiselih tijesta danas je tradicionalno prisutna u dijelu Europe (Finska, Švicarska, Poljska, Austrija, Njemačka, sjever Italije). Neke od svjetski poznatih delicija proizvode se upravo tom tehnologijom (primjerice *panettone*, *cornetto* i dr.).

Kiselo tijesto je stabilni ekosustav koji se sastoji od bakterija mliječne kiseline i kvasaca (Zhang i sur., 2019). U mikrofiori kiselog tijesta omjer bakterija mliječne kiseline i kvasca je 100:1. Bakterije mliječne kiseline koje se koriste u kiseljenju tijesta potječu iz samih žitarica, kontaminacije pekarskog kvasca ili iz mlinarske i pekarske industrije. Proizvode mliječnu i octenu kiselinu te brojne druge metabolite, što gotovom pekarskom proizvodu daje specifičan kisel i aromu uz ujedno poboljšavanje tehnoloških, mikrobioloških, prehrambenih i senzorskih značajki gotovog proizvoda (Mrvčić i sur., 2011).

Fermentacija i kiseljenje tijesta mogu nastupiti spontano (prirodna kisela tijesta) ili dodatkom starter-kultura (definirana kisela tijesta). **Prirodno kiselo tijesto** može se dobiti

ako se tijesto pripremljeno od brašna i vode ostavi na temperaturi 25–35°C, 24–48 sati. Kada brašno fermentira, dodaje mu se nova količina brašna i vode te se ostavlja naknadno fermentirati 12–16 sati. Postupno, kako se ponavljaju ciklusi fermentacije i dodavanja brašna i vode, snižava se pH-vrijednost do pH 4. Tako dobivenom kiselom tijestu dodaju se brašno i voda i proizvodi se pekarski proizvod, a dio kiselog tijesta ostavlja se za daljnje cikluse proizvodnje. U svakom ciklusu proizvodnje od dijela kiselog tijesta proizvodi se kruh, a dio se ostavlja za sljedeći ciklus.

U industrijskoj proizvodnji, gdje postoji bojazan da brašno može sadržavati nepoželjne mikroorganizme i da fermentacija može skrenuti u neželjenom smjeru, za dobivanje definiranog kiselog tijesta koriste se gotove starter-kulture. **Starter-kulture** sastoje se od kombinacije bakterija mliječne kiseline i kvasaca.

Brojne su značajke povećane kvalitete i hranjive vrijednosti pekarskih proizvoda proizvedenih od kiselog tijesta. Bolja kvaliteta tih proizvoda očituje se u poboljšanoj aromi, dužoj trajnosti, ljepšem izgledu kruha te povećanoj hranjivoj vrijednosti (Mrvčić i sur., 2011; Fernández-Peláez i sur., 2020).

Poboljšanje arome objašnjava se većim brojem slobodnih aminokiselina koje su prekursori arome, a nastaju kao posljedica enzimatske aktivnosti koja se događa zbog snižavanja pH-vrijednosti. Također, kao produkti metabolizma bakterija mliječne kiseline i kvasaca nastaju tvari arome te se modificiraju negativne tvari arome iz brašna uz pomoć mikroflore kiselog tijesta.

Dužu trajnost i bolju mikrobiološku stabilnost proizvodi od kiselog tijesta mogu zahvaliti utjecaju sniženog pH na inhibiciju mikrobog razvoja. Bakterije mliječne kiseline imaju antibakterijsko i antifungalno djelovanje te time sprečavaju nastanak nitavosti ili plijesni u kruhu, čime mu se produžuje trajnost u usporedbi s kruhom proizvedenim klasičnim postupkom.

Izgled kruha od kiselog tijesta razlikuje se od kruha proizvedenog klasičnim postupkom. Sredina tako proizvedenog kruha je čvršća, elastičnija i manje mrvljiva, dok je kora duže hrskava.

Povećana prehrambena vrijednost pekarskih proizvoda od kiselog tijesta očituje se u smanjenom glikemijskom indeksu i boljoj probavljivosti, razgrađenom glutenu i povećanoj hidrolizi bjelančevina, povećanom omjeru topljivih u odnosu na netopljiva prehrambena vlakna, povećanoj bioraspoloživosti minerala, povećanom sadržaju vitamina te povećanoj količini bioaktivnih komponenata.

Budući da u postupku kiseljenja tijesta dolazi do razgradnje glutena, u proizvodima dobivenim na taj način značajno je manja količina glutena u usporedbi s proizvodima dobivenima klasičnim postupkom fermentacije.

Fermentacija kiselog tijesta može značajno popraviti profil mikronutrijenata. Tijekom fermentacije kiselog tijesta žitarica i pseudožitarica neki sojevi bakterija mliječne kiseline mogu proizvoditi vitamine: riboflavin, tiamin, folat i nikotinamid, pa se takvi proizvodi smatraju nutritivno vrednijim izvorima vitamina B-kompleksa u usporedbi s pekarskim proizvodima proizvedenima klasičnim postupcima.

Tijekom fermentacije kiselog tijesta također dolazi do hidrolize fitinske kiseline, čime se značajno povećava bioraspoloživost magnezija, željeza i cinka budući da se oni više ne vežu u netopljive komplekse. Pokazano je da se tim postupkom bioraspoloživost željeza može povećati i do osam puta (Rodríguez-Ramiro i sur., 2017).

Bioaktivne komponente s antioksidativnim i protuupalnim potencijalom koje su sadržane u ovojnici zrna žitarica (fenoli, fitosteroli, lignani, tokoferoli i dr.) povećavaju se sa sniženjem pH-vrijednosti tijekom kiseljenja tijesta. Brojne bakterije mliječne kiseline tijekom kiseljenja

tijesta imaju sposobnost sinteze peptida s antioksidativnom aktivnošću, protuupalnim djelovanjem i djelovanjem kao čistači slobodnih radikala (Mrvčić i sur., 2011; Fernández-Peláez i sur., 2020).

4.6.3. Pekarski proizvodi na tržištu

Pekarski proizvodi namijenjeni krajnjim potrošačima klasificiraju se u kruh, druge pekarske proizvode i fine pekarske proizvode (Ministarstvo poljoprivrede, 2022).

Prema vrsti upotrijebljenih sastojaka i načinu izrade, na tržištu se mogu naći sljedeće vrste kruha:

- **Pšenični kruh** može biti pšenični bijeli, pšenični polubijeli, pšenični crni i pšenični kruh od cjelovitog zrna.
- **Raženi kruh** može biti raženi i raženi od cjelovitog zrna. Raženi kruh mora sadržavati najmanje 70 % raženog brašna ili drugih raženih mlinskih proizvoda. Tradicionalno se proizvodi postupkom primjene kiselog tijesta.
- **Kukuruzni kruh** može biti kukuruzni i kukuruzni od cjelovitog zrna. Kukuruzni kruh mora sadržavati najmanje 60 % kukuruznog brašna.
- **Miješani kruh** proizvodi se od različitih mješavina pšeničnog, raženog, kukuruznog, ječmenog, heljadinog, zobenog, prosenog ili krupnikovog (pirovog) brašna ili drugih mlinskih proizvoda. Na tržište dolazi pod nazivima: pšenični miješani kruh, raženi miješani kruh, kukuruzni miješani kruh i sl.
- **Posebne vrste kruha** su proizvodi karakterističnih svojstava koja potječu od dodanih sastojaka ili su rezultat primjene posebnih tehnoloških postupaka. Neki od proizvoda iz te skupine su: mliječni kruh, kruh s krumpirom, kruh s pšeničnim posijama, kruh sa sjemenkama, kruh produžene svježine, tost, dvopek ili prepečenac.

U skupinu **drugih pekarskih proizvoda** ubrajaju se: štrukli, burek, savijače, mlinci, grisini, krafne, krušne mrvice i sl.

Fini pekarski proizvodi su proizvodi specifičnih senzorskih svojstava proizvedeni različitim tehnološkim postupcima, a sastoje se od mlinskih proizvoda, masti ili ulja i drugih sastojaka kojima se ističe njihova specifičnost. U tu se skupinu ubrajaju keksi, krekeri, čajno pecivo, medenjaci, paprenjaci, makroneni, biskviti i sl.

4.6.4. Kvaliteta pekarskih proizvoda

Osnovne senzorske značajke gotovoga pekarskog proizvoda koje određuju njegovu prihvatljivost među potrošačima su okus, tekstura i boja (Heiniö, 2014).

Okus sredine i kore kruha je različit, što je posljedica različitog mehanizma njihovog nastanka. Okus se formira tijekom pečenja kao posljedica Maillardove reakcije i karamelizacije. Enzimatske i fermentacijske reakcije utječu na okus sredine kruha, dok temperatura utječe na okus kore kruha. Na okus kruha utječu i različiti dodaci.

Tekstura sredine i kore također se opisuje na različite načine. Tekstura sredine kruha opisuje se sa svojstvima: elastičnost, čvrstoća, mekoća, ljepljivost, vlažnost i mrvljivost, dok se kod kore kruha najčešće opisuju žilavost i hrskavost.

Boja nastaje tijekom procesa pečenja kao posljedica Maillardove reakcije. Ako je temperatura pečenja viša od 250°C ili pečenje predugo traje, nastat će vrlo tamna boja i nepoželjan gorki okus (Heiniö, 2014).

Pekarski proizvodi imaju kratku trajnost i njihova kvaliteta ovisi o vremenskom rasponu između pečenja i konzumacije. U tom razdoblju odvijaju se brojne fizikalno-kemijske promjene sredine i kore kruha, zajednički nazvane **starenje kruha**. Tijekom starenja kruha njegova sredina postaje tvrđa, čvršća i više mrvljiva, a kora mekana i žilava. Kruh od kiselog tijesta stari sporije (Mrvčić i sur., 2011).

Mane i bolesti pekarskih proizvoda

Mane pekarskih proizvoda zbog kojih se ne smiju stavljati u promet ili se moraju povući iz prometa ako su nedostaci značajnije uočljivi su: nečista, ispućana, nagorjela ili oljuštena kora, gnjecava sredina, vodenasti i slanasti slojevi ili vidljive grudice brašna ili soli, nesvojstvena boja, nesvojstven ili neugodan miris i okus, nedovoljna pečenost, prisutnost stranog tijela te značajnije deformiran oblik.

Bolesti kruha i pekarskih proizvoda izazivaju mikroorganizmi koji uzrokuju uočljivu nitavost i pljesnivost kruha. Proizvodi koji su zdravstveno neispravni zbog kontaminacije bakterijama ili plijesnima nipošto se ne smiju konzumirati, već se moraju uništiti.

Nitavost je bolest kruha koju izaziva bakterija *Bacillus subtilis*. Bakterija dospijeva u tijesto iz brašna koje je kontaminirano sporama. Spore su toplinski otporne i preživljavaju temperaturu pečenja u sredini kruha. Kvarenje kruha započinje u sredini i zato je u početnoj fazi bolesti teško izvana prepoznati da je proizvod inficiran i da je počeo razvoj nitavosti. Nakon jednog dana zaraženosti sredina kruha gubi elastičnost, postaje mrvljiva i javlja se voćni miris po kvascu. Nakon dva dana započinje promjena boje sredine u smečkastu, sredina postaje ljepljiva i kruh ima izražen miris na trulo voće, a kod prijeloma se pojavljuju niti. Nakon trećeg dana dolazi do izrazite nitavosti i pojave neugodnog mirisa.

Plijesnivost kruha, za razliku od nitavosti, javlja se uvijek nakon pečenja, i to na površini proizvoda. Na površini proizvoda pojavljuju se kružne bijele, zelene, crne ili crvenkaste mrlje od plijesni koje se vrlo brzo razvijaju (Klarić, 2017).

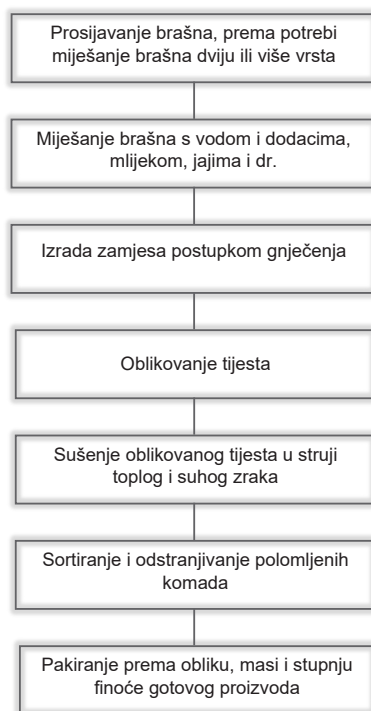
4.6.5. Tjestenina i tijesto

Tjestenina je proizvod dobiven miješanjem pšenične krupice s vodom, oblikovan u različite oblike te podvrgnut termičkoj obradi sušenjem. U proizvodnji tjestenina količina kuhinjske soli ne smije biti veća od 1 %, a sadržaj vode u sušenoj tjestenini može iznositi do 13,0 % (Ministarstvo poljoprivrede, 2022).

Tjestenine se u suvremenim industrijskim pogonima izrađuju strojno u sedam glavnih tehnoloških operacija (Klarić, 2017) prikazanih na slici 4.3.

Svježa tjestenina se ne suši, već se podvrgava termičkoj obradi sličnoj pasterizaciji. Tjestenina se može proizvoditi od durum pšenice, od krušne pšenice ili od kombinacije tih dviju vrsta pšenice.

Posebna tjestenina sadrži dodatke (jaja, špinat, cikla, punjenje) koji su vidljivi i u nazivu te tjestenine.



Slika 4.3. Blok-shema proizvodnje tjestenine (izrada autorice)

Tijesto

Tijesto je proizvod koji se dobiva odgovarajućim tehnološkim postupkom od mlinskih proizvoda, vode i sastojaka biljnog i životinjskog podrijetla koji su u skladu sa standardima kvalitete propisanim za svaki pojedini sastojak.

Neki od proizvoda iz te skupine koji se mogu naći na tržištu su: lisnato tijesto, kvasno (dizano), vučeno tijesto, krumpirovo tijesto i dr. (Ministarstvo poljoprivrede, 2022). Proizvodi od tijesta mogu doći na tržište kao brzo smrznuti, svježi i gotovi (spremni za konzumaciju).

4.7. Zdravstveni učinci konzumacije žitarica i proizvoda od žitarica

Kruh je danas najčešće konzumirani proizvod od žitarica, i to iz nekoliko razloga: niska cijena, laka dostupnost te poželjan okus. Budući da kruh često konzumira velik broj ljudi na različite načine (samostalno ili uz dodatke), često se dovodi u vezu s porastom učestalosti pretilosti. Iako kriška kruha (30 g) sadržava samo oko 80 kcal, kruh je zbog svojega ugodnog i neutralnog okusa često nosač za različite dodatke koji mu povećavaju energetske vrijednosti i mogu pridonijeti pretilosti. U skladu s trendovima porasta interesa potrošača za zdravlje, raste interes i za tradicionalnim sastojcima i proizvodima dobivenima posebnim tehnologijama kao što su proizvodi od kiselog tijesta, od cjelovitog zrna, od mješavine žitarica i sl.

Zbog značajne razlike u sastavu proizvoda od rafiniranog brašna i proizvoda proizvedenih od cjelovitog zrna zdravstvene dobrobiti konzumacije povezuju se upravo s kruhom i pekarskim proizvodima od cjelovitog zrna žitarica. Proizvodi od cjelovitog zrna žitarica izvor su netopljivih prehranbenih vlakana (celuloza, hemiceluloza, lignin) koja prolaze kroz

probavni sustav gotovo nepromijenjena, ali pritom apsorbiraju velike količine vode i tako pridonose redovitom pražnjenju crijeva. Na taj se način sprečava duže zadržavanje nekih toksičnih supstanci u organizmu štiteći ga pritom od pojave bolesti ili potencijalno opasnih stanja (Vranešić Bender, 2021).

Epidemiološke studije potvrdile su da učestala konzumacija kruha i pekarskih proizvoda od cjelovitog zrna djeluje zaštitno na pojavu kardiovaskularnih bolesti, dijabetesa tipa 2, nekih oblika karcinoma. Cjelovita zrna djeluju također pozitivno na prevenciju pretilosti i očuvanje zdravlja probavnog sustava (Slavin i sur., 2013). Pozitivni učinci cjelovitih žitarica pripisuju se sinergijskom djelovanju prehrambenih vlakana, fenolnih spojeva (ferulična kiselina), vitamina, minerala i fitonutrijenata koji su zadržani ako se melje cijelo zrno bez uklanjanja omotača.

Posljednjih godina velik interes potrošača izaziva gluten, odnosno raste broj potrošača koji imaju tegobe vezane uz konzumaciju glutena, pa posljedično raste interes za hranom bez glutena. Kao što je prethodno spomenuto, gluten je proteinska frakcija prisutna u nekim žitaricama (pšenica, raž, ječam i zob). Osim brojnih pozitivnih učinaka (prvenstveno sa stajališta tehnološkog procesa proizvodnje) gluten može na ljudski organizam djelovati negativno na dva načina: izazivajući alergiju ili preosjetljivost.

Alergija na gluten javlja se kod osjetljivih pojedinaca nakon konzumacije pšenice ili drugih žitarica koje sadrže albumin, globulin, glijadin ili glutelin. U slučaju alergijske reakcije, pobuđuje se imunološki sustav koji proizvodi IgE protutijela. Pri svakom kontaktu sa žitaricama (unosom putem hrane ili čak udisanjem) iz senzibiliziranih stanica imunološkog sustava oslobađa se histamin (medijator upale) koji dovodi do alergijske reakcije. Simptomi alergijske reakcije mogu biti: crvenilo i svrbež kože, mučnina, povraćanje, glavobolja i dr. Jedina terapija u takvim slučajevima je potpuno izbacivanje glutena (ili žitarica koje ga sadrže) iz prehrane. Prestankom konzumacije glutena alergijske reakcije nestaju.

Preosjetljivost ili netolerancija na gluten za razliku od alergija ne uključuje imunološki odgovor, a manifestira se kao tegobe prilikom konzumacije glutena koje nestaju uvođenjem bezglutenske prehrane. Netolerancija na gluten u svojem najozbiljnijem obliku naziva se celijakija.

Celijakija je autoimuna bolest koja se javlja pod utjecajem okolišnih faktora kod genetski podložnih pojedinaca, a karakterizira je oštećenje tankog crijeva izazvano imunološkim reakcijama prilikom probave glutena i njemu srodnih bjelanjčevina koje se nalaze u pšenici, ječmu, raži i ponekad zobi (Farrell i Kelly, 2002; Ferretti i sur. 2012). Okolišni faktor koji izaziva oštećenje tankog crijeva je prolaminska frakcija žitarica (glijadin u pšenici te slični proteini drugih žitarica koji su topljivi u alkoholu kao primjerice sekalin u raži i hordein u ječmu). Zob također sadrži prolaminsku frakciju (avenin) koja kod osjetljivih pojedinaca može izazvati netoleranciju. Nadalje, zob je vrlo često kontaminirana drugim žitaricama, pa se oboljelima od celijakije s jače izraženim simptomima savjetuje njezino izbjegavanje. Ako nije onečišćena, zob je sigurna za konzumaciju za više od 95 % osoba oboljelih od celijakije.

Rezultat upalnih procesa izazvanih celijakijom je propadanje stanica crijevne sluznice i atrofija crijevnih resica neophodnih za apsorpciju i iskorištavanje hranjivih tvari. Posljedično, neovisno o količini konzumirane hrane, hranjive tvari slabo se iskorištavaju, što može dovesti do pothranjenosti. Dugotrajno kontinuirano oštećenje sluznice crijeva može dovesti do ozbiljnih kroničnih bolesti (osteoporoza, anemija, maligne bolesti). Iako se prije smatralo da se celijakija javlja isključivo u dječjoj dobi, danas se zna da je moguć razvoj takve autoimune reakcije i u odrasloj dobi. Upravo se oštećenje crijevnih resica do kojeg dolazi kod celijakije koristi kao potvrda dijagnoze.

Osobe oboljele od celijakije moraju izbjegavati pšenicu, raž, ječam i zob, kao i proizvode koji sadrže gluten (bilo u sirovini ili kao aditiv dodan tijekom tehnološkog procesa proizvodnje). Na tržištu su proizvodi za koje se jamči da su bez glutena označeni crtežom prekriženoga klasa.

4.8. Literatura

- Aguilar, E. G., Albarracín, G. de J., Uñates, M. A., Piola, H. D., Camiña, J. M., Escudero, N. L. (2015): Evaluation of the nutritional quality of the grain protein of new amaranth varieties. *Plant Foods for Human Nutrition* 70, 21-26.
- Arendt, E. K., Moroni, A., Zannini, E. (2011): Medical nutrition therapy: Use of sourdough lactic acid bacteria as, a cell factory for delivering functional biomolecules and food ingredients in gluten free bread. *Microbial Cell Factories* 10, S15.
- BeMiller, J. N., Huber, K. C. (2008): Carbohydrates. U: Fennema's Food Chemistry, 4. izd. (ur.: Damodaran, S., Parkin, K. L., Fennema, O. R.). CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, 84-154.
- de Frutos, M. F., Fotschki, B., Fernández Musoles, R., Laparra Llopis, J. M. (2018): Gluten-Free Cereals and Pseudocereals: Nutrition and Health. U: Bioactive Molecules in Food (ur. Mérillon, J.-M., Ramawat, K. G.). Springer International Publishing AG, Cham.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database (2019): Food Balances (2010-). Dostupno na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. Pristupljeno: 4. 10. 2022.
- Farrell, R. J., Kelly, C. P. (2002): Celiac Sprue. *New England Journal of Medicine* 346, 180-188.
- Fernández-Peláez, J., Paesani, C., Gómez, M. (2020): Sourdough technology as a tool for the development of healthier grain-based products: An update. *Agronomy* 10, 1962.
- Ferretti, G., Bacchetti, T., Masciangelo, S., Saturni, L. (2012): Celiac disease, inflammation and oxidative damage: A nutrigenetic approach. *Nutrients* 4, 243-257.
- Grba, S., Stehlik-Tomas, V. (2010): Primjena kvasaca u pekarstvu. U: Kvasci u biotehnoškoj proizvodnji (ur. Grba, S.). Plejada, Zagreb, 301-328.
- Heiniö, R.-L. (2014): Sensory Attributes of Bakery Products. U: Bakery Products Science and Technology, 2. izd. (ur. Zhou, W.). John Wiley & Sons Ltd, West Sussex, 391-407.
- Jing, R., Li, H.-Q., Hu, C. L., Jiang, Y. P., Qin, L. P., Zheng, C. J. (2016): Phytochemical and pharmacological profiles of three fagopyrum buckwheats. *International Journal of Molecular Sciences* 17, 589.
- Joye, I. (2019): Protein digestibility of cereal products. *Foods* 8, 199.
- Katina, K., Arendt, E., Liukkonen, K.-H., Autio, K., Flander, L., Poutanen, K. (2005): Potential of sourdough for healthier cereal products. *Trends in Food Science and Technology* 16, 104-112.
- Kent, N. L., Evers, A. D. (1994): Technology of cereals, 4. izd. Woodhead Publishing, Sawston.
- Klarić, F. (2017): Suvremene tehnologije u pekarstvu i slastičarstvu – sirovine i proizvodi. TIM ZIP, Zagreb.
- Koehler, P., Wieser, H. (2013): Chemistry of Cereal Grains. U: Handbook of Sourdough Biotechnology (ur. Gobetti, M., Gänzle, M.). Springer US, New York, 11-45.
- Martínez-Villaluenga, C., Peñas, E., Hernández-Ledesma, B. (2020): Pseudocereal grains: Nutritional value, health benefits and current applications for the development of gluten-free foods. *Food and Chemical Toxicology* 137, 11178.

- Ministarstvo poljoprivrede (2022): Pravilnik o žitaricama i proizvodima od žitarica, Narodne novine 101.
- Motta, C., Castanheira, I., Gonzales, G. B., Delgado, I., Torres, D., Santos, M., Matos, A. S. (2019): Impact of cooking methods and malting on amino acids content in amaranth, buckwheat and quinoa. *Journal of Food Composition and Analysis* 76, 58-65.
- Mrvčić, J., Mikelec, K., Stanzer, D., Križanović, S., Grba, S., Bačun-Družina, V., Stehlik-Tomas, V. (2011): Kiselo tijesto – tradicionalna i prirodna metoda za povećanje kvalitete pekarskih proizvoda. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* 6, 89-99.
- Podravka (n.d.): Pšenica. Dostupno na: <https://www.podravka.hr/namirnica/40af4b22-610e-11eb-b007-0242ac12002a/psenica/>. Pristupljeno: 10. 10. 2022.
- Poutanen, K., Flander, L., Katina, K. (2009): Sourdough and cereal fermentation in a nutritional perspective. *Food Microbiology* 26, 693-699.
- Purlis, E. (2014): Browning in Bakery Products: An Engineering Perspective. U: *Bakery Products Science and Technology*, 2. izd. (ur. Zhou, W.). John Wiley & Sons, West Sussex, 417-430.
- Rebello, C. J., Greenway, F. L., Finley, J. W. (2014): Whole grains and pulses: A comparison of the nutritional and health benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 62, 7029-7049.
- Rodríguez-Ramiro, I., Brearley, C. A., Bruggraber, S. F. A., Perfecto, A., Shewry, P., Fairweather-Tait, S. (2017): Assessment of iron bioavailability from different bread making processes using an in vitro intestinal cell model. *Food Chemistry* 228, 91-98.
- Shukla, A., Srivastava, N., Suneja, P., Yadav, S. K., Hussain, Z., Rana, J. C., Yadav, S. (2018): Genetic diversity analysis in buckwheat germplasm for nutritional traits. *Indian Journal of Experimental Biology* 56, 827-837.
- Slavin, J., Tucker, M., Harriman, C., Jonnalagadda, S. (2013): Whole grains: definition, dietary recommendation and health benefits. *Cereal Foods World* 58, 191-198.
- Tang, Y., Li, X., Chen, P. X., Zhang, B., Liu, R., Hernandez, M., Draves, J., Marcone, M. F., Tsao, R. (2016): Assessing the fatty acid, carotenoid, and tocopherol compositions of amaranth and quinoa seeds grown in Ontario and their overall contribution to nutritional quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 64, 1103–1110.
- Therdthai, N. (2014): Fermentation. U: *Bakery Products Science and Technology*, 2. izd. (ur. Zhou, W.). John Wiley & Sons, West Sussex, 325-334.
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., Campbell, T. (2021): *Essentials of Food Science*, 5. izd. Springer Nature, Cham.
- Vitaminoteka (2005): Ječam. Dostupno na: <https://vitamini.hr/hrana-i-zivot/hrana/jecam-536/>. Pristupljeno: 10. 10. 2022.
- Vranešić Bender, D. (2021): Svestrana prehrambena vlakna. Dostupno na: <https://vitamini.hr/blog/vitaminoteka/prehrana-siromasna-vlaknima-uzrok-bolestima-13223/>. Pristupljeno: 10. 10. 2022.

Zhang, G., Tu, J., Sadiq, F. A., Zhang, W., Wang, W. (2019): Prevalence, genetic diversity, and technological functions of the *Lactobacillus sanfranciscensis* in sourdough: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 18, 1209-1226.

5. VOĆE, POVRĆE I PRERAĐEVINE VOĆA I POVRĆA



5. VOĆE, POVRĆE I PRERAĐEVINE VOĆA I POVRĆA

5.1. Definicija i podjela voća i povrća

Voće su plodovi kultiviranih voćaka i samoniklih višegodišnjih biljaka koji služe za ljudsku prehranu u svježem ili u prerađenom stanju. Stavljanje svježeg voća na tržište zahtijeva da voće bude sortirano, kalibrirano, pravilno pakirano i uskladišteno. Kod sortiranja svježeg voća bitna su svojstva kao što su: vrsta, sorta, veličina, neoštećenost, boja, oblik, miris i okus kao i druga svojstva karakteristična za svaku vrstu voća. Voće se odmah poslije berbe pregledava te se odvajaju oštećeni, deformirani i plodovi s drugim manama koji se odbacuju ili se koriste za preradu.

Voće se prema građi i obliku dijeli na: jezgričavo, koštičavo, bobičasto, orašasto, citrusne i južno voće (Šimundić, 2008).

- **Jezgričavo voće:** jabuka, kruška, dunja i sl.
- **Koštičavo voće:** šljiva, trešnja, marelica, višnja i sl.
- **Bobičasto (jagodičasto) voće:** borovnica, jagoda, kupina, malina i sl.
- **Orašasto (lupinasto) voće:** orah, badem, lješnjak, kokos i sl.
- **Citrusi (agrumi):** mandarina, naranča, grejp i sl.
- **Južno voće:** smokva, banana, ananas, datulja i sl.

Povrće su jestivi dijelovi povrtlarskih kultura (plodovi, lišće, lukovice, gomolji, korijeni, mahune i stabla) namijenjeni prehrani. Povrće se najčešće razvrstava prema dijelu biljke koji se koristi u prehrani, a to mogu biti: plodovi, listovi, cvjetovi, mahune, stabljike, lukovice, korijeni ili gomolji (Šimundić, 2008).

- **Plodasto povrće:** koriste se zreli plodovi (rajčica, dinja, lubenica, paprika i sl.) ili fiziološki nezreli plodovi (krastavac, tikva, paprika, patlidžan, grašak i sl.)
- **Lisnato povrće:** koriste se listovi (salata, špinat, radić, lisnati kelj i sl.), lisne peteljke (celer i sl.) ili listovi oblikovani u glave (glava kelja, glavati kupus, glavata salata i sl.)
- **Cvjetasto povrće:** koriste se cvjetovi (artičoka, cvjetača i sl.)
- **Mahunasto povrće:** koriste se svježe mahune (mahuna, mladi grašak), suha ili svježna zrna (grašak, grah, leća, slanutak, bob i sl.)
- **Stabljičasto povrće:** koriste se odebljale stabljike (koraba i sl.) ili mladi izboji (šparoga i sl.)
- **Lukovičasto povrće:** koriste se lukovice (crveni luk, bijeli luk i sl.)
- **Korjenasto povrće:** koristi se korijen (mrkva, peršin, celer, rotkva, rotkvica i sl.)
- **Gomoljasto povrće:** koriste se podzemni gomolji (krumpir, batat i sl.)

Voće i povrće koje se stavlja u promet mora biti: svježe i zrelo za prehranu, ne smije biti vlažno ili natrulo, ne smije imati neugodan miris ni strane primjese, ne smije imati napuknuća ni oštećenja od štetočina kao ni znakove bolesti ili mehanička oštećenja (Šimundić, 2008).

5.2. Uzgoj i konzumacija voća i povrća

Proizvodnja, prerada i konzumacija pojedinog voća i povrća u svijetu, Europi i Hrvatskoj, prema podacima FAOSTAT-a, prikazani su u tablicama 5.1–5.4. U tablicama su prikazani dostupni statistički podaci za komercijalno najznačajnije vrste voća i povrća te njihove prerađevine, dok su ostale vrste obuhvaćene u zajedničku skupinu – ostalo voće (povrće).

Prema podacima FAOSTAT-a, više od polovice **svjetske proizvodnje voća** dolazi iz Azije (54,3 %), a slijede Sjeverna, Srednja i Južna Amerika te Afrika. S obzirom na FAOSTAT-ovu klasifikaciju voća, najzastupljenija skupina uzgajano i prerađenog voća su citrusi, dok su banane na drugom mjestu. Azijske zemlje najveći su proizvođači tih skupina voća. U Europi se najviše uzgaja grožđe (36,7 %), a slijede jabuke i citrusi. Grožđe i jabuke su također najčešće uzgajano i prerađivano voće u Hrvatskoj (tablica 5.1.).

Citrusi i banane su najčešće **konzumirana vrsta voća** na svjetskoj razini. Prosječna konzumacija voća u svijetu iznosi 79,3 kg/stanovnik/godišnje. Najviše voća konzumira se na američkom kontinentu, a najmanje u Australiji i na Novom Zelandu. Konzumacija voća i prerađevina u Hrvatskoj (73,0 kg/stanovnik/godišnje) manja je od europskog prosjeka (81,2 kg/stanovnik/godišnje). U Hrvatskoj kao i u Europi, najviše se konzumiraju citrusi i prerađevine. U Europi su na drugom mjestu po učestalosti konzumacije jabuke i prerađevine, a u Hrvatskoj banane (tablica 5.2.).

Najveći su **proizvođači povrća** azijske zemlje – one u svjetskoj proizvodnji povrća sudjeluju udjelom od 78 %. Na drugom mjestu po proizvedenoj količini nalazi se Europa sa svega 7,5 % svjetske proizvodnje (tablica 5.3.).

Najveći svjetski proizvođač povrća je Kina, a u Europi najviše povrća proizvodi se u Španjolskoj i Ukrajini (FAOSTAT, 2019).

Prosječna konzumacija povrća u svijetu iznosi 141,3 kg/stanovnik/godišnje i najveća je u azijskim zemljama (182,9 kg/stanovnik/godišnje). Najmanje povrća konzumira se u Africi. Prosječna konzumacija povrća u Europi (108,3 kg/stanovnik/godišnje) manja je od svjetskog prosjeka (141,3 kg/stanovnik/godišnje). Prema podacima FAOSTAT-a, konzumacija povrća u Hrvatskoj dvostruko je veća od svjetskog prosjeka (287,8 kg/stanovnik/godišnje) (tablica 5.4.). U Europi se najviše povrća konzumira u Albaniji, a na svjetskoj razini u Kini (FAOSTAT, 2019).

Tablica 5.1. Proizvodnja voća i prerađevina u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (1000 t) (FAOSTAT, 2019)

| | Citrusi i prerađevine | Banane | Jabuke i prerađevine | Ananas i prerađevine | Grožđe i prerađevine (bez vina) | Ostalo voće i prerađevine | Ukupno |
|-----------------------------------|-----------------------|---------|----------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------|---------|
| Svijet | 158 243 | 118 428 | 87 231 | 28 332 | 77 111 | 288 751 | 758 096 |
| Afrika | 21 014 | 21 051 | 3 133 | 5 805 | 4 895 | 56 004 | 111 902 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 46 388 | 32 125 | 9 810 | 10 524 | 14 409 | 40 174 | 153 430 |
| Azija | 79 566 | 62 839 | 56 375 | 11 877 | 29 117 | 172 416 | 412 190 |
| Australija i Novi Zeland | 543 | 310 | 819 | 86 | 1 967 | 1 105 | 4 830 |
| Europa | 10 699 | 638 | 17 095 | 1 | 26 724 | 17 746 | 72 903 |
| Hrvatska | 53 | - | 68 | - | 108 | 29 | 258 |

Tablica 5.2. Konzumacija voća i prerađevina u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (kg/stanovnik/godišnje) (FAOSTAT, 2019)

| | Citrusi i prerađevine | Banane | Jabuke i prerađevine | Ananas i prerađevine | Grožđe i prerađevine (bez vina) | Ostalo voće i prerađevine | Ukupno |
|-----------------------------------|-----------------------|--------|----------------------|----------------------|---------------------------------|---------------------------|--------|
| Svijet | 17,7 | 12,3 | 8,9 | 2,9 | 4,8 | 32,7 | 79,3 |
| Afrika | 11,1 | 11,7 | 1,9 | 4,0 | 2,1 | 36,2 | 67,0 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 34,8 | 17,2 | 9,4 | 7,3 | 5,4 | 32,2 | 106,3 |
| Azija | 15,4 | 11,5 | 9,7 | 1,8 | 4,9 | 33,0 | 76,3 |
| Australija i Novi Zeland | 11,1 | 11,4 | 10,6 | 5,3 | 3,6 | 21,8 | 63,8 |
| Europa | 20,1 | 10,2 | 15,6 | 1,9 | 8,2 | 25,2 | 81,2 |
| Hrvatska | 20 | 16,4 | 6,2 | 1,0 | 12,9 | 16,5 | 73,0 |

Tablica 5.3. Proizvodnja povrća i prerađevina u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (1000 t) (FAOSTAT, 2019)

| | Rajčica i prerađevine | Luk | Ostalo povrće | Ukupno |
|-----------------------------------|-----------------------|---------|---------------|-----------|
| Svijet | 180 499 | 100 014 | 976 452 | 1 256 965 |
| Afrika | 21 640 | 13 941 | 57 469 | 93 050 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 23 722 | 9 733 | 53 190 | 86 645 |
| Azija | 111 927 | 66 396 | 800 991 | 979 314 |
| Australija i Novi Zeland | 403 | 291 | 2 373 | 3 067 |
| Europa | 22 804 | 9 653 | 61 778 | 94 235 |
| Hrvatska | 22 | 18 | 1 110 | 1 150 |

Tablica 5.4. Konzumacija povrća i prerađevina u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (kg/stanovnik/godišnje) (FAOSTAT, 2019)

| | Rajčica i prerađevine | Luk | Ostalo povrće | Ukupno |
|-----------------------------------|-----------------------|------|---------------|--------|
| Svijet | 20,2 | 11,6 | 109,5 | 141,3 |
| Afrika | 15,8 | 10,0 | 40,1 | 65,9 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 20,3 | 8,5 | 46,3 | 75,1 |
| Azija | 20,8 | 12,8 | 149,3 | 182,9 |
| Australija i Novi Zeland | 16,8 | 7,6 | 65,6 | 90,0 |
| Europa | 24,6 | 11,4 | 72,3 | 108,3 |
| Hrvatska | 11,7 | 8,9 | 267,2 | 287,8 |

5.3. Hranjiva vrijednost voća i povrća

Hranjiva vrijednost voća i povrća ovisi o mnogim faktorima koji uključuju: vrstu, uvjete kultivacije, stupanj zrelosti, uvjete čuvanja i skladištenja i dr. Budući da su kemijski sastav i hranjiva vrijednost voća i povrća relativno slični, u nastavku su opisane zajedničke značajke njihovog sastava (tablice 5.5. i 5.6.). Iznimku u pogledu sastava čine mahunarke i orašasti plodovi, pa će njihov sastav i hranjiva vrijednost biti posebno opisani (tablice 5.7. i 5.8.).

Važna komponenta u sastavu voća i povrća je **voda**, koje u prosjeku ima 75–95 %. Velika skupina voća, koja uključuje sve voće osim orašastih plodova, upravo se zbog velikog sadržaja vode i naziva **voće bogato vodom**. U vodi se nalaze otopljeni šećeri, organske kiseline, vitamini i mineralne tvari. Voće i povrće osjetljivi su na gubitak vode, što može uzrokovati značajne promjene u kvaliteti, kao što su uvenuće, gubitak mase te druge neželjene promjene.

Većinu suhe tvari u voću i povrću čine **ugljikohidrati** koji nastaju tijekom procesa fotosinteze. Sadržaj ugljikohidrata u voću kreće se u granicama 8,3–14,3 % (iznimka su banane s 22,6 % ugljikohidrata i smokve s 19,2 %) (tablica 5.5.). Udio ugljikohidrata u povrću manji je u usporedbi s voćem (3,2–10,3 %), uz iznimku krumpira i batata (oko 17 % ugljikohidrata) (tablica 5.6.). Udio celuloze podjednak je u voću i povrću i iznosi oko 1 %. Ugljikohidrati u voću i povrću mogu biti jednostavni i složeni. U jednostavne ubrajaju se: glukoza, fruktoza i saharoza. Udio tih ugljikohidrata raste tijekom dozrijevanja voća i povrća. Složeni ugljikohidrati uključuju škrob, celulozu, hemicelulozu i pektin. Prehrambeno vlakno prisutno također u voću i povrću, a koje nije ugljikohidratne strukture, naziva se lignin. **Lignin** se može naći u starijem povrću, otporan je na povišenu temperaturu i odgovoran je za nepoželjnu drvenastu teksturu povrća.

Masti su u voću i povrću prisutne u malim količinama. Sadržaj masti u voću kreće se u rasponu 0,1–0,6 % (iznimka je limun s 1,1 %), što je jednako kao i kod povrća (0,1–0,6 %) (tablice 5.5. i 5.6.). Iznimku čine orašasti plodovi, koji uglavnom sadrže oko 60 % masti (tablica 5.8.).

Bjelančevine su u voću sadržane u udjelu od 0,3–1,4 %, dok im se udio u povrću kreće u granicama 0,8–2,6 %. Mahunarke i gljive iznimno su bogate bjelančevinama. Bjelančevine voća i povrća siromašne su aminokiselinom metioninom, što umanjuje njihovu biološku vrijednost. Iz voća i povrća često se za daljnje korištenje u različite svrhe izdvajaju enzimi koji su također bjelančevinaste strukture (primjerice papain iz papaje, ficin iz smokve ili bromelin iz ananasa).

Vitamini su prisutni u podjednakim količinama u voću i u povrću. Najviše su zastupljeni vitamini iz skupine karotenoida i vitamin C. Među karotenoidima najzastupljeniji je beta-karoten, koji se nalazi u narančastom i tamnozelenom voću i povrću. Voće uz vitamin C sadrži i dio vitamina B-kompleksa (tiamin, niacin i folat). Povrće je u usporedbi s voćem bogatije niacinom i folatom. Vitamini topljivi u vodi osjetljivi su na uvjete obrade kao što su potapanje u vodi i obrada pri povišenoj temperaturi. Neadekvatno čuvanje i skladištenje može aktivirati enzime iz skupine oksidaza koji mogu izazvati gubitak vitamina C i tiamina iz voća i povrća.

Minerali su zastupljeniji u nešto većim količinama u povrću nego u voću. Najzastupljeniji minerali su: kalcij, magnezij i fosfor. Odnos kalcija i fosfora, a koji je važan za njihovu bioraspoloživost, povoljniji je u voću nego u povrću. Neke komponente u voću i povrću mogu djelovati kao antinutritivni faktori koji vežu minerale (primjerice oksalna kiselina iz špinata ili fitati iz mahunarki), smanjujući tako njihovu bioraspoloživost.

Zahvaljujući velikom udjelu vode, voće i povrće ubraja se u hranu male energetske vrijednosti. Primjerice 100 grama voća sadrži otprilike 38–93 kcal energije. Iznimno, orašasti plodovi sadrže oko 650 kcal/100g.

Tablica 5.5. Kemijski sastav odabranih vrsta voća u 100 g (*National Food Institute, 2019*)

| Vrsta voća | Voda (g) | Ugljikohidrati (g) | Masti (g) | Bjelančevine (g) | Vitamin C (mg) | Tiamin (mg) | Riboflavin (mg) | Niacin (mg) | Folat (µg) | β-karoten (µg) | Kalcij (mg) | Magnezij (mg) | Željezo (mg) | Fosfor (mg) | Cink (mg) | Energetska vrijednost (kJ/kcal) |
|------------|----------|--------------------|-----------|------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|------------|----------------|-------------|---------------|--------------|-------------|-----------|---------------------------------|
| Jabuka | 84,9 | 14,3 | 0,2 | 0,3 | 8,3 | 0,01 | 0,01 | 0,12 | 9 | 25 | 4,1 | 4,5 | 0,12 | 9,5 | 0,02 | 233/55 |
| Trešnja | 85,3 | 12,3 | 0,3 | 1,4 | 10,0 | 0,02 | 0,03 | 0,20 | 8 | 69 | 20,8 | 8,0 | 0,30 | 27,9 | 0,10 | 234/55 |
| Marelica | 88,8 | 8,9 | 0,3 | 1,3 | 10,0 | 0,03 | 0,04 | 0,60 | 9 | 1570 | 14,2 | 10,0 | 0,39 | 21,9 | 0,20 | 170/40 |
| Borovnica | 86,6 | 12,2 | 0,6 | 0,4 | 2,5 | 0,03 | 0,04 | 0,52 | 7 | 13 | 8,0 | 5,0 | 0,18 | 11,0 | 0,07 | 224/53 |
| Jagoda | 90,0 | 8,3 | 0,6 | 0,7 | 66,9 | 0,01 | 0,01 | 0,43 | 117 | 40 | 18,5 | 12,5 | 0,25 | 23,8 | 0,10 | 162/38 |
| Naranča | 86,4 | 12,2 | 0,1 | 0,9 | 54,4 | 0,10 | 0,03 | 0,39 | 46 | 48 | 29,6 | 10,3 | 0,12 | 20,9 | 0,06 | 205/49 |
| Limun | 88,2 | 9,9 | 1,1 | 0,5 | 49,0 | 0,04 | 0,03 | 0,20 | 32 | 20 | 35,1 | 9,0 | 0,08 | 20,7 | 0,13 | 187/44 |
| Banana | 75,3 | 22,6 | 0,2 | 1,1 | 11,2 | 0,04 | 0,01 | 0,59 | 38 | 53 | 6,6 | 28,1 | 0,25 | 25,6 | 0,17 | 396/93 |
| Smokva | 79,1 | 19,2 | 0,3 | 0,8 | 2,0 | 0,06 | 0,05 | 0,40 | 9 | 74 | 42,9 | 17,2 | 0,37 | 31,0 | 0,15 | 324/77 |

Tablica 5.6. Kemijski sastav odabranih vrsta povrća u 100 g (*National Food Institute, 2019*)

| Vrsta povrća | Voda (g) | Ugljikohidrati (g) | Masti (g) | Bjelančevine (g) | Vitamin C (mg) | Tiamin (mg) | Riboflavin (mg) | Niacin (mg) | Folat (µg) | β-karoten (µg) | Kalcij (mg) | Magnezij (mg) | Željezo (mg) | Fosfor (mg) | Cink (mg) | Energetska vrijednost (kJ/kcal) |
|--------------|----------|--------------------|-----------|------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|------------|----------------|-------------|---------------|--------------|-------------|-----------|---------------------------------|
| Rajčica | 93,7 | 4,8 | 0,1 | 0,8 | 17,8 | 0,04 | 0,02 | 0,73 | 29 | 992 | 7,4 | 9,1 | 0,24 | 26,9 | 0,09 | 87/21 |
| Salata | 95,3 | 3,5 | 0,1 | 0,8 | 5,5 | 0,04 | 0,03 | 0,23 | 89 | 150 | 15,5 | 7,3 | 0,27 | 21,9 | 0,16 | 65/16 |
| Špinat | 91,8 | 3,2 | 0,6 | 2,6 | 54,0 | 0,09 | 0,24 | 0,70 | 220 | 4190 | 129,0 | 26,0 | 4,50 | 41,3 | 1,10 | 102/24 |
| Cvjetača | 91,7 | 4,7 | 0,4 | 2,4 | 76,8 | 0,06 | 0,07 | 0,60 | 165 | 40 | 24,5 | 13,2 | 0,40 | 48,1 | 0,26 | 116/28 |
| Luk | 87,9 | 10,3 | 0,1 | 1,2 | 8,1 | 0,04 | 0,01 | 0,19 | 36 | 30 | 23,3 | 9,2 | 0,28 | 31,4 | 0,19 | 183/43 |
| Mrkva | 89,3 | 8,9 | 0,4 | 0,7 | 7,0 | 0,04 | 0,03 | 1,00 | 63 | 9790 | 24,6 | 9,6 | 0,24 | 33,1 | 0,19 | 152/36 |
| Krumpir | 79,5 | 17,3 | 0,3 | 2,1 | 26,4 | 0,05 | 0,06 | 1,60 | 36 | 10 | 6,8 | 20,4 | 1,03 | 55,3 | 0,30 | 326/77 |
| Batač | 80,1 | 17,2 | 0,3 | 1,3 | 19,3 | 0,06 | 0,06 | 0,56 | 11 | 4470 | 44,5 | 15,0 | 0,94 | 47,0 | 0,20 | 302/72 |

Tablica 5.7. Kemijski sastav odabranih vrsta mahunarki u 100 g (*National Food Institute, 2019*)

| Vrsta mahunarki | Voda (g) | Ugljikohidrati (g) | Masti (g) | Bjelančevine (g) | Vitamin C (mg) | Tiamin (mg) | Riboflavin (mg) | Niacin (mg) | Folat (µg) | β-karoten (µg) | Kalcij (mg) | Magnezij (mg) | Željezo (mg) | Fosfor (mg) | Cink (mg) | Energetska vrijednost (kJ/kcal) |
|-----------------|----------|--------------------|-----------|------------------|----------------|-------------|-----------------|-------------|------------|----------------|-------------|---------------|--------------|-------------|-----------|---------------------------------|
| Grah | 12,3 | 63,4 | 2,0 | 18,9 | 0 | 0,35 | 0,14 | 2,0 | 140 | 13 | 77 | 131 | 5,0 | 477 | 2,0 | 1313/312 |
| Grašak | 79,6 | 12,9 | 0,7 | 5,9 | 43 | 0,31 | 0,13 | 2,2 | 25 | 218 | 30 | 28 | 1,8 | 130 | 0,8 | 294/70 |
| Leća | 9,7 | 59,2 | 2,5 | 25,2 | 0 | 0,50 | 0,20 | 2,0 | 35 | 60 | 56 | 77 | 6,5 | 371 | 3,1 | 1466/347 |
| Soja | 7,0 | 34,1 | 18,4 | 35,8 | - | 0,87 | 0,87 | 1,6 | 280 | 13 | 163 | 225 | 15,7 | 467 | 1,0 | 1720/412 |

Tablica 5.8. Kemijski sastav odabranih vrsta orašastih plodova u 100 g očišćenog zrna (*Gray, 2013*)

| Vrsta orašastog ploda | Bjelančevine (g) | Ugljikohidrati (g) | Masti (g) | Zasićene masne kiseline (g) | Jednostruko-nezasićene masne kiseline (g) | Višestruko-nezasićene masne kiseline (g) | Vitamin E (mg) | Folat (µg) | Kalij (mg) | Kalcij (mg) | Magnezij (mg) | Željezo (mg) | Energetska vrijednost (kJ/kcal) |
|-----------------------|------------------|--------------------|-----------|-----------------------------|---|--|----------------|------------|------------|-------------|---------------|--------------|---------------------------------|
| Badem | 21,1 | 6,9 | 55,8 | 4,7 | 34,4 | 14,2 | 23,96 | 48 | 780 | 240 | 270 | 3,0 | 2534/612 |
| Kesten | 2,0 | 36,6 | 2,7 | 0,5 | 1,0 | 1,1 | 1,2 | NP | 500 | 46 | 33 | 0,9 | 719/170 |
| Kokos | 3,2 | 3,7 | 36,0 | 31,0 | 2,0 | 0,8 | 0,73 | 26 | 370 | 13 | 41 | 2,1 | 1446/351 |
| Lješnjak | 14,1 | 6,0 | 63,5 | 4,7 | 50,0 | 5,9 | 24,98 | 72 | 730 | 140 | 160 | 3,2 | 2685/650 |
| Orah | 14,7 | 3,3 | 68,5 | 5,6 | 12,4 | 47,5 | 3,85 | 66 | 450 | 94 | 160 | 2,9 | 2837/688 |

NP – količina je značajna, ali nema pouzdanog podatka

Energetska vrijednost povrća nešto je niža u usporedbi s voćem i za 100 g povrća iznosi otprilike 16–43 kcal. Među povrćem nešto veću energetska vrijednost ima gomoljasto povrće (70–90 kcal/100g) (Jašić, 2007; Sánchez-Moreno i sur., 2012; Sumonsiri i Barringer 2014; Vaclavik i sur., 2021).

Mahunarke za razliku od ostalog povrća, zbog manjeg sadržaja vode i specifičnog sastava, predstavljaju koncentrirani izvor hranjivih tvari (tablica 5.7.). Ta skupina povrća sadrži značajnu količinu bjelanjčevina (18–35 %) u kojima je velik udio aminokiseline lizin. Iznimka je grašak koji ima samo oko 6 % bjelanjčevina. Mahunarke (osim soje) u pravilu su siromašne esencijalnim aminokiselinama bogatima sumporom (triptofan, metionin, cistein), pa se njihove bjelanjčevine ne smatraju biološki punovrijednima. Upravo zbog sastava aminokiselina savjetuje se kombiniranje mahunarki i žitarica (koje sadrže malo lizina), a s ciljem postizanja komplementarnosti bjelanjčevina. Za postizanje komplementarnosti savjetuje se kombiniranje mahunarki i žitarica u omjeru 35 % : 65 % (Maphosa i Jideani, 2017). Mahunarke sadrže oko 60 % složenih ugljikohidrata. Škrob iz mahunarki sporije se razgrađuje nego iz žitarica i gomoljastog povrća, pa zato mahunarke imaju niži glikemijski indeks. Mahunarke su također vrijedan izvor topljivih i netopljivih prehrambenih vlakana (5–37 %) (Kouris – Blazos i Belski, 2016). Siromašne su mastima (do 3 %) i ne sadrže kolesterol. Iznimku čini soja (sadrži oko 20 % masti). U profilu masnih kiselina najzastupljenije su jednostruko i višestruko nezasićene masne kiseline, dok zasićenih masnih kiselina gotovo da i nema (Kouris-Blazos i Belski, 2016). Mahunarke su dobar izvor vitamina B-kompleksa (tiamin, riboflavin i folat), ali su siromašne vitaminima topljivima u mastima i vitaminom C. Od mineralnih tvari sadrže: cink, željezo, kalcij, fosfor, bakar, natrij i magnezij (Maphosa i Jideani, 2017). Iako sadrže dosta željeza, njegova je bioraspoloživost mala, ali se može povećati ako se mahunarke konzumiraju u kombinaciji s hranom bogatom vitaminom C. Mahunarke sadrže i polifenole te njihove derivate (flavanole, antocijane, tokoferole) koji djeluju kao antioksidansi (Sánchez-Chino i sur., 2015).

Mahunarke sadrže **bioaktivne komponente** – fitoestrogene³⁰ i fitosterole³¹, ali i **toksične metabolite**-lektine³². Za inaktivaciju lektina važna je dobra termička obrada uz obavezno bacanje vode u kojoj su se mahunarke kuhale.

Orašasti plodovi karakteristične su građe budući da se sastoje od vanjskoga nejestivog drvenastog omotača i jestive jezgre. Sazrijevanjem smanjuju sadržaj škroba, a povećavaju sadržaj masti, koji se u zrelih plodovima kreće u udjelu od 36 % (kokos) do 68,5 % (orah) (tablica 5.8.). Zbog velikog sadržaja masti u usporedbi s ostalim voćem, ta se skupina često zove voće **bogato mastima**. Od masnih kiselina prevladavaju jednostruko i višestruko nezasićene masne kiseline. Orašasti plodovi ne sadrže kolesterol, ali sadrže značajnu količinu fitosterola, pa se učestala konzumacija povezuje sa snižavanjem koncentracije kolesterola u krvi.

Ova skupina sadrži malo ugljikohidrata (3,3–6,9 %), i to uglavnom škrob i saharozu. Orašasti plodovi prosječno sadrže 14–20 % bjelanjčevina. Iako je udio bjelanjčevina relativno visok, kao i sadržaj aminokiseline arginin, orašasti plodovi sadrže vrlo malo lizina, pa se ta aminokiselina smatra limitirajućom. Za postizanje komplementarnosti bjelanjčevina savjetuje se orašaste plodove kombinirati s drugim izvorima bjelanjčevina. Također, dobri su izvori prehrambenih vlakana (4–11 g/100 g). Za razliku od ostalog voća, u orašastim plodovima prevladavaju netopljiva prehrambena vlakna (arabinoza, lignin, manosa). Iznimku u pogledu sastava makronutrijenata unutar skupine orašastih plodova čine kesten i kokos.

³⁰ Fitoestrogeni: bioaktivne komponente koje u tijelu oponašaju djelovanje hormona estrogena.

³¹ Fitosteroli: bioaktivne komponente strukturno slične kolesterolu, ali većeg afiniteta za vezanje na crijevne micelle nego kolesterol. U prisutnosti fitosterola kolesterol se u značajno manjoj mjeri veže na crijevne micelle i posljedično se smanjuje koncentracija cirkulirajućega kolesterola u krvi.

³² Lektini: tvari bjelanjčevina karakterizirane koje se mogu specifično vezati s ugljikohidratima, pa djeluju kao antinutrijenti.

Kesten sadrži znatno manje masti (2,7 %), pa posljedično ima i znatno manje zasićenih, jednostruko i višestruko nezasićenih masnih kiselina. Sadrži također znatno više ugljikohidrata (36,6 %), uglavnom u obliku škroba, a manje bjelančevina (2 %).

Kokos je također siromašan bjelančevinama (3,2 %), ali za razliku od ostalih orašastih plodova, ima znatno veći udio zasićenih masnih kiselina (31 %) (tablica 5.8.).

Od mikronutrijenata, u orašastom voću prisutni su vitamini B-kompleksa (najviše folat), tokoferoli i polifenoli. Prilikom preporuka za konzumaciju, važno je uzeti u obzir da se većina polifenola nalazi u vanjskoj ljusci, koja se ne konzumira, pa se njihov potencijal ne može iskoristiti. Orašasti plodovi siromašni su natrijem, ali su bogati kalcijem, kalijem, magnezijem i željezom (Gray, 2013; Ros, 2016).

Zahvaljujući prvenstveno velikom sadržaju masti, većina voća iz skupine orašastih plodova ima veliku energetska vrijednost (350–688 kcal/100 g). Iznimka je kesten koji zbog izrazito malog udjela masti u usporedbi s ostalim orašastim plodovima ima malu energetska vrijednost (170 kcal/100 g) (tablica 5.8.).

5.4. Pigmentne tvari voća i povrća

Intenzivna boja voća i povrća, koja potječe od pigmentnih tvari, u prirodi služi za privlačenje insekata i ptica, no boja čini tu skupinu hrane privlačnijom i potrošačima. U novije vrijeme pigmentne tvari predmet su dodatnog interesa budući da djeluju kao antioksidansi i da im se u velikoj mjeri pripisuju pozitivni učinci na zdravlje.

Pigmentne tvari u voću i povrću mijenjaju se tijekom dozrijevanja ploda, a osjetljive su i na fizičke i na kemijske čimbenike koji mogu djelovati tijekom obrade ili skladištenja. Često su upravo te tvari jedan od pokazatelja zrelosti, čistoće, rafinacije, autentičnosti ili drugih parametara koji utječu na kvalitetu voća i povrća.

Najčešće boje voća i povrća su: zelena, žuta, narančasta, crvena, plava, ljubičasta i bijela. Zelena boja potječe od klorofila, žuta i narančasta od karotenoida, crvena, plava i ljubičasta boja potječu od antocijana, dok svijetložuta i bijela boja potječu od antokantina.

Klorofil je zeleni pigment koji je u biljkama smješten u kloroplastima, a sudjeluje u provođenju fotosinteze. Topljiv je u mastima. Klorofil ima strukturu porfirinskog prstena s magnezijem u sredini. Postoji u dva oblika: klorofil *a* i klorofil *b*.

Karotenoidi su crveni, žuti i narančasti pigmenti topljivi u mastima koji se često nalaze u voću i povrću koje je bogato i klorofilom. Skupina karotenoida uključuje dvije podskupine: karotene i ksantofile. Iako skupinu karotenoida čini više od stotinu različitih spojeva, najzastupljeniji u voću i povrću su: beta-karoten (žuto i narančasto voće i povrće, poput mrkve, kukuruza, marelice, breskve i bundeve), alfa-karoten (voće i povrće svjetlije žute i tamnozelene boje, poput tikvica, dinje, batata i brokule) i likopen (crveno voće i povrće poput rajčice i lubenice). Oko 40 karotenoida djeluju kao prekursori vitamina A. Najizraženije djelovanje kao prekursor ima β -karoten jer tijekom pretvorbe iz jedne njegove molekule nastaju dvije molekule vitamina A.

Ksantofili su podskupina karotenoida žutonarančaste boje, među kojima su najznačajniji lutein i zeaksantin. Hrana bogata ksantofilima su primjerice kukuruz, paprika i breskva.

Antocijani su pigmenti odgovorni za crvenu, plavu i plavoljubičastu boju voća i povrća poput borovnice, trešnje, višnje, crvenog kupusa, šljive i dr. Antocijani pripadaju skupini flavonoida, a važna značajka im je da su topljivi u vodi. Tijekom kuhanja ili produženog natapanja voća i povrća mogu migrirati u okolnu tekućinu. Antocijani su vrlo osjetljivi na pH-vrijednost okoline. Primjerice u lužnatom mediju (koji može nastati tijekom pečenja uz dodatak praška za pecivo) mogu promijeniti boju u izrazito tamnu plavoljubičastu, gotovo crnu. Međutim, u kiselom mediju bit će znatnije izražena crvena boja.

Antoksantini su naziv za grupu flavonoida koji daju svijetložutu ili bijelu boju voću i povrću. Taj pigment nalazi se u jabukama, cvjetači, krumpiru, luku i sl. (Rodrigo i sur., 2012; Vaclavik i sur., 2021).

5.5. Promjene tijekom obrade voća i povrća

5.5.1. Utjecaj termičke obrade

Termička obrada voća i povrća može djelovati na zadržavanje vode i turgor³³, boju, okus i aromu. Promjene se u pravilu intenziviraju produženjem trajanja obrade i u prisutnosti veće količine vode. Iz tog razloga preporučljivo je termičku obradu provesti što brže i u što manjoj količini vode. Idealno je voće i povrće obrađivati vodenom parom jer se tada izbjegava kontakt oslobođenih organskih kiselina i same hrane.

Zadržavanje vode i turgor mijenjaju se tijekom termičke obrade voća i povrća. Biljne stanične membrane gube svoju selektivnu propusnost i za razliku od jednostavnoga kretanja vode osmozom koje se zbiva u sirovom voću i povrću, membrane kuhanog voća i povrća propuštaju ne samo vodu već i određene hranjive tvari. Posljedično, dolazi do difuzije, tj. otopljene tvari prelaze iz područja više koncentracije u područje niže koncentracije i time biljne stanice gube svoj oblik, vodu i turgor. Taj je proces praćen i gubitkom hranjivih tvari te smanjenjem hranjive vrijednosti.

Promjena boje može se javiti na različitom voću i povrću, a reakcije su specifične za svaki pojedini pigment kao i za uvjete i metode obrade.

Klorofil je osjetljiv na brojne čimbenike kao što su: produženo skladištenje, termička obrada, promjena pH-vrijednosti u okolini te prisutnost minerala (cinka i bakra). Najčešće tijekom termičke obrade dolazi do gubitka zelene boje, koji se intenzivira njezinim produženjem, pa se savjetuje da kuhanje bude što kraće. Promjena boje posljedica je prelaska klorofila u oblik feofitin *a* (sivozelena boja) ili u oblik feofitin *b* (maslinastozelena boja).

Ako se povrće kuha otklopljeno, doći će do hlapljenja organskih kiselina, što pogoduje zadržavanju zelene boje. Ako se kuha u poklopljenoj posudi, hlapljive kiseline kondenzirat će se na poklopcu, vraćati u posudu i dodatno snižavati pH-vrijednost te uzrokovati gubitak boje. Nasuprot tome, intenzivna zelena boja bit će zadržana ako se kuha u lužnatom mediju (primjerice dodatkom sode bikarbone). Međutim, takav se medij ne preporučuje jer uzrokuje nepoželjno omekšavanje stanične strukture (zbog razgradnje hemiceluloze), gubitak vitamina B₁ i vitamina C.

Karotenoidi su manje osjetljivi na uvjete toplinske obrade u usporedbi s klorofilom. Za razliku od klorofila, karotenoidi se manje degradiraju tijekom termičke obrade, a s ciljem njihovog očuvanja savjetuje se kuhati hranu u otklopljenoj posudi. Osjetljivi su na oksidaciju, koju može značajno povećati oštećenje stanica ili tkiva. Karotenoidi su relativno stabilni tijekom skladištenja i rukovanja voćem i povrćem. Blanširanje može uzrokovati povećanje sadržaja karotenoida jer inaktivira enzime koji izazivaju oksidaciju, a zamrzavanje uzrokuje male promjene u sadržaju karotenoida. Tijekom prerade hrane karotenoidi su otporni na povišenu temperaturu i promjenu pH-vrijednosti, ali su osjetljivi na oksidaciju, koja može uzrokovati promjenu boje i uništavanje vitamina A.

Antocijani će prilikom termičke obrade biti sačuvani ako se termička obrada vrši u poklopljenoj posudi. Organske kiseline koje se u tom slučaju kondenziraju i vraćaju u posudu pogodovat će zadržavanju antocijana. Međutim, antocijani su osjetljivi na djelovanje metala koji mogu uzrokovati promjenu boje iz purpurnocrvene u plavozelenu.

³³ Turgor: unutarnji tlak u biljnoj stanici povezan s osmozom. Ako biljka snažno gubi vodu, turgor opada, stanice postaju mlohavne, a biljka vene. Sve dok su stanice žive, može se dovođenjem vode ponovno uspostaviti turgor.

Antoksanin je osjetljiv na djelovanje topline, pa se savjetuje voće i povrće koje ga sadrži kuhati što kraće vrijeme. Dužom termičkom obradom svijetla boja prelazi u nepoželjnu smeđe-sivu. Kuhanjem u kiselom mediju svijetla boja postaje još intenzivnije naglašena. U lužnatom mediju boja će se promijeniti u žučkastosmeđu.

Promjena teksture tijekom termičke obrade ovisi o brojnim čimbenicima: pH, stupnju zrelosti, trajanju kuhanja i sastavu medija u kojem se kuha. Produženim kuhanjem u vodi koja ima lužnati karakter (zbog primjerice dodatka sode bikarbone) dolazi do razgradnje celuloze, hemiceluloze i pektina i posljedično do značajnog omekšavanja tkiva, dok nasuprot tome, dodatak kiselina pridonosi većoj čvrstoći tkiva voća i povrća.

Okus voća i povrća ovisi o sadržaju aromatičnih tvari od kojih su najvažniji spojevi sa sumporom koji su prisutni u lukovičastom povrću i u kupusnjačama.

Budući da su aromatične tvari lukovičastog povrća topljive u vodi, otapaju se i hlape tijekom kuhanja. Ako se želi naglasiti aroma toga povrća, preporučuje se kuhati ga u maloj količini vode i u poklopljenoj posudi. Nasuprot tome, ako se želi ublažiti aroma, savjetuje se kuhati ga u velikoj količini vode, duže vrijeme i u otklopljenoj posudi jer će se tada sumporni spojevi razgraditi i ishlapiti.

Aroma kupusnjača, za razliku od lukovičastog povrća, pojačava se produženim kuhanjem jer se tada hidroliziraju spojevi sa sumporom. Za optimalnu aromu kupusnjača savjetuje se kuhanje u maloj količini vode kroz kratko vrijeme. Ako se kuha u otklopljenoj posudi, ishlapit će sumporni spojevi (Jašić, 2007; Vaclavik i sur., 2021).

5.5.2. Enzimatsko i neenzimatsko posmeđivanje

Prilikom skladištenja ili obrade voća i povrća neizbježno je da ono dođe u kontakt sa zrakom zbog čega dolazi do oksidacijskih reakcija. Oksidacijske reakcije mogu dovesti do promjene boje i do promjene drugih senzorskih svojstava, ali i do smanjenja prehrambene vrijednosti. Najčešća promjena je pojava smeđe boje. Reakcije s takvim ishodom nazivaju se posmeđivanje. Posmeđivanje može biti enzimatsko i neenzimatsko.

Enzimatsko posmeđivanje je pojava koja se očituje smeđom bojom na površini voća i povrća koje je u kontaktu sa zrakom. Nastaje kao posljedica aktivnosti enzima polifenol-oksidaže koji razgrađuje fenolne spojeve. Nepoželjni enzimatski procesi započinju nakon oštećivanja tkiva voća i povrća i njihove izloženosti zraku (primjerice na površini narezanog voća ili povrća). Ta se pojava javlja kod voća i povrća svijetlih boja, kao što su jabuka, kruška, banana, krumpir, gljive i mahunarke. Budući da je za pojavu enzimatskog posmeđivanja nužna prisutnost sljedećih faktora: enzim, supstrat i kisik, sprečavanje te vrste posmeđivanja može se provesti djelovanjem na barem jedan od spomenutih triju faktora.

Djelovanje na enzim postiže se blanširanjem, pri čemu se inaktivira enzim polifenol-oksidaza. To je najčešće primjenjivani postupak inaktivacije enzima. **Djelovanje na supstrat** postiže se korištenjem reducirajućih sredstava (najčešće vitamin C). **Uklanjanje zraka** provodi se ili potapanjem voća ili povrća u otopinu šećera, soli ili kiselina, ili pakiranjem bez pristupa zraka (u vakuumu ili u modificiranoj atmosferi).

Neenzimatsko posmeđivanje javlja se tijekom pripreme, prerade ili skladištenja voća i povrća, a manifestira se pojavom smeđe boje, što je praćeno i promjenom arome i strukture tkiva, ali bez aktivnosti enzima. Ovisno o prisutnosti ili odsutnosti bjelančevina, neenzimatsko posmeđivanje može biti posljedica reakcije karamelizacije ili tzv. Maillardovih reakcija. **Karamelizacija** je promjena u strukturi šećera, ali bez prisutnosti bjelančevina.

Ako su prisutne bjelančevine, tada se reakcija šećera i bjelančevina naziva **Maillardova reakcija**. U oba slučaja nastaje smeđa boja, a faktori koji utječu na neenzimatsko posmeđivanje su: temperatura, pH-vrijednost, vrsta šećera i sadržaj vode.

Neenzimatsko posmeđivanje može se spriječiti izborom uvjeta čuvanja i skladištenja, primjenom odgovarajućeg procesa proizvodnje, korištenjem sumpora kao konzervansa (gdje je to moguće) te smanjenjem sadržaja bjelančevina (Jašić, 2007).

5.6. Skladištenje voća i povrća

5.6.1. Promjene na voću i povrću nakon branja

Voće i povrće su i nakon branja živa tvar u kojoj se nastavljaju različiti metabolički procesi. Iz tog razloga važno je voditi računa o uvjetima čuvanja i skladištenja nakon branja, a s ciljem minimaliziranja neželjenih promjena. Promjene tijekom skladištenja voća i povrća posljedica su disanja (respiracija), transpiracije (otpuštanje vode) i klijanja.

Procesom **disanja ili respiracije** plodovi ubranog voća i povrća i dalje uzimaju kisik iz zraka, a oslobađaju ugljikov dioksid i toplinu. Voće i povrće čvrste konzistencije (primjerice jabuke, kruške, breskve, krumpir, kupus i sl.) karakterizira sporije disanje od plodova mekane konzistencije (bobičasto voće ili lisnato povrće). Iz tog se razloga voće i povrće mekše konzistencije može čuvati kraće vrijeme, a ono tvrde konzistencije moguće je skladištiti duže vrijeme.

Osim respiracije, nakon branja odvija se i **transpiracija** ili **otpuštanje vode**. Tijekom transpiracije, voće i povrće mijenjaju svoj izgled, dolazi do gubitka mase te uvenuća zbog gubitka turgora u stanicama. Transpiracija se očituje smežuravanjem plodova, smanjenjem volumena, gubitkom čvrstoće i teksture te promjenom arome. Do transpiracije dolazi uslijed razlike u relativnoj vlažnosti voća i povrća i relativne vlažnosti okolnog prostora u kojem se ono skladišti. Na intenzitet transpiracije utječe niz parametara: vrsta voća i povrća, stupanj zrelosti, temperatura skladišnog prostora, strujanje zraka i relativna vlažnost.

Relativna vlažnost važan je parametar koji utječe na količinu isparene vode, odnosno gubitak mase. Pri različitim temperaturama različit je i tlak vodene pare, pa se transpiracija povećava povišenjem temperature, a smanjuje povećanjem relativne vlažnosti pri istoj temperaturi.

Za sniženje transpiracije preporučljivo je stoga održavati visoku relativnu vlažnost okolnog zraka. Preporučljiva relativna vlažnost je oko 90 % (85–95 %), jer se u tim uvjetima praktički izjednačava tlak vodene pare u hrani i u okolnom prostoru, zbog čega se transpiracija svodi na najmanju moguću mjeru. Toplina oslobođena disanjem i gubitak organske tvari manji su u uvjetima veće relativne vlažnosti.

Tijekom skladištenja pojedinog povrća može doći i do **klijanja**. Klijanje je rezultat fiziološke zrelosti i uvjeta skladištenja. Najčešće se pojavljuje kod primjerice krumpira i luka te ozbiljno narušava kvalitetu za daljnju konzumaciju ili preradu. Prije početka klijanja odvija se intenzivna enzimatska aktivnost, hidroliza škroba i povećanje udjela šećera.

Temperatura je faktor koji značajno utječe na ubrzavanje biokemijskih reakcija koje uzrokuju gubitak kvalitete. Porast temperature za 10°C dovodi do povećanja brzine biokemijskih reakcija 2 do 3 puta, te do intenziviranja reakcija mikrobiološkog kvarenja. Nasuprot tome, sniženje temperature za 10°C uzrokuje usporavanje kemijskih reakcija također 2 do 3 puta. Preniska temperatura skladištenja može negativno djelovati na gubitak kvalitete jer može doći do oštećenja zbog zamrzavanja stanica ili tkiva. Kao posljedica preniske temperature dolazi do pojave smeđe boje najprije u unutrašnjosti, a zatim i po cijeloj površini ploda, što je praćeno promjenom okusa i mirisa. Primjerice u krumpiru se sadržaj šećera povećava 5–10 puta ako se skladišti na temperaturi ispod 10°C. Visok sadržaj šećera u takvom krumpiru uzrokuje Maillardovu reakciju posmeđivanja tijekom daljnje obrade (sušenje ili prženje). Kod kukuruza se tijekom skladištenja događa obrnuti proces.

Sadržaj šećera se smanjuje, a sadržaj škroba povećava, što uzrokuje gubitak okusa i teksture (Jašić, 2007; Sumonsiri i Barringer, 2014).

5.6.2. Uvjeti skladištenja voća i povrća

Pravilnim odabirom uvjeta skladištenja i čuvanja moguće je značajno očuvati hranjivu vrijednost voća i povrća. U rashladnim komorama u kojima se čuva voće moraju vladati sljedeći uvjeti: temperatura malo viša od 0°C kako bi se usporio proces disanja, relativna vlažnost zraka 85–95 % kako bi se spriječilo isušivanje plodova. Važno je također da je osigurano provjetranje kako bi se uklonili plinovi koje plodovi ispuštaju (Voća i sur., 2012). Uvjeti skladištenja pojedinih vrsta voća prikazani su u tablici 5.9.

Tablica 5.9. Uvjeti skladištenja pojedinih vrsta voća (prerađeno prema: Škrinjar i Tešanović, 2007)

| Vrsta voća | Temperatura skladištenja (°C) | Vrijeme skladištenja | Relativna vlažnost (%) |
|------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|
| Jabuka | 0–3 | 5–6 mjeseci | 85–95 |
| Kruška | -1–0 | 2–6 mjeseci | 90–95 |
| Breskva | -1–1 | 2–6 tjedana | 85–90 |
| Jagoda | 0–3 | 3–5 dana | 85–90 |
| Malina | 0–3 | 2 dana | 85–90 |
| Trešnja | 0–2 | 7 dana | 85–90 |
| Banana | 13–15 | 10 dana | 95 |
| Naranča | 6–8 | 12 dana | 65–75 |
| Limun | 3–4 | 21–28 dana | 85–90 |

Povrće se najčešće skladišti na temperaturi oko 0°C i u uvjetima relativne vlažnosti 85–100 %. Važno je da se osiguraju uvjeti redovitog provjetranja tj. strujanja zraka. Uvjeti skladištenja pojedinih vrsta povrća prikazani su u tablici 5.10.

Tablica 5.10. Uvjeti skladištenja pojedinih vrsta povrća (prerađeno prema: Benko, 2020)

| Vrsta povrća | Temperatura skladištenja (°C) | Vrijeme skladištenja | Relativna vlažnost (%) |
|--------------|-------------------------------|----------------------|------------------------|
| Cikla | 0 | 4–6 mjeseci | 98–100 |
| Brokula | 0 | 10–14 dana | 95–100 |
| Salata | 0 | 2–3 tjedna | 95–100 |
| Mrkva | 0 | 7–9 mjeseci | 98–100 |
| Kelj | 0 | 2–3 tjedna | 95–100 |
| Krastavac | 10–12 | 10–14 dana | 95 |
| Paprika | 7–13 | 2–3 tjedna | 90–95 |
| Patlidžan | 8–12 | 7 dana | 90–95 |
| Krumpir | 4–7 | 5–10 mjeseci | 90–95 |

Osim u običnim rashladnim komorama, voće i povrće bolje je čuvati u rashladnim komorama s kontroliranom atmosferom. U komorama s kontroliranom atmosferom, osim uvjeta snižene temperature i relativne vlažnosti 85–95 %, vladaju i uvjeti sniženog udjela kisika, a povećanog udjela ugljikovog dioksida. Optimalna temperatura, relativna vlažnost i sastav plinova u atmosferi, različit je za pojedine vrste voća i povrća (Voća i sur., 2012).

5.7. Prerađevine voća i povrća

Voće i povrće koje se koristi za proizvodnju prerađevina mora biti ubrano u fazi razvoja koja je najpogodnija za preradu, mora biti svježije i u skladnosti sa standardiziranim zahtjevima u pogledu zdravstvene ispravnosti. Prerada voća i povrća uključuje postupke priprema i obrade sirovina, zatim provedbu određenog procesa konzerviranja i postupke finalizacije.

5.7.1. Operacije prije prerade voća i povrća

Prije početka prerade voća i povrća provode se sljedeće operacije: berba i transport, pranje i probiranje, sortiranje, guljenje, otkidanje peteljki, otkoštčavanje, usitnjavanje, blanširanje i po potrebi obrada askorbinskom kiselinom.

Berba se vrši kada voće i povrće dostignu poželjnu razinu zrelosti za preradu. Poželjno je da se berba provede u jutarnjim satima (tada niža temperatura osigurava manji gubitak na težini i osigurava bolju mikrobiološku stabilnost). Berba se, ovisno o kapacitetima, može provesti ručno ili mehanizirano. Ubrano voće i povrće transportira se do mjesta prerade vodeći računa o održavanju niske temperature tijekom cijelog procesa, a s ciljem usporavanja degradativnih procesa.

Pranje se provodi s ciljem uklanjanja nečistoća i mikroorganizama. Nakon pranja vrši se probiranje radi uklanjanja neodgovarajućih plodova (natrulih, nedovoljno zrelih, nagnječenih i sl.) ili zaostalih nepoželjnih dijelova biljke (listovi, grančice i sl.) ili nečistoća (kamenčići, trave i dr.). Probiranje se vrši na beskonačnim trakama (Levaj, 2012; Sumonsiri i Barringer, 2014).

Sortiranje se provodi iz tehnoloških ili komercijalnih razloga. Tehnološki razlozi podrazumijevaju odabir pojedinih plodova prema svojstvima koja se zahtijevaju za pojedini način prerade, dok komercijalno sortiranje određuje kategorije kvalitete prema kojima će se voće stavljati na tržište.

Guljenje se primjenjuje za plodove koji imaju čvrstu pokožicu i za proizvode određenog tipa (kompot od krušaka ili rajčica za pelate). Guljenje se može provesti mehanički, termički (vodenom parom) ili kemijski (prskanjem vodenom otopinom natrijevog hidroksida ili natrijevog karbonata koji uzrokuju hidrolizu pektina) (Levaj, 2012; Sumonsiri i Barringer, 2014).

Otkidanje peteljki vrši se kod primjerice trešanja i višanja, a provodi se uz pomoć rotacijskih valjaka.

Otkoštčavanje koštčavog voća (višnje, trešnje, šljive) provodi se uz pomoć posebnog uređaja. Voće se potom reže ili usitjava u veće ili manje komade te se, prema potrebi, prevodi u kašu. Usitnjeni plodovi ili kaša potom se blanširaju. Cilj **blanširanja** je inaktivacija enzima i smanjenje potencijalnog mikrobiološkog zagađenja te omekšavanje voćnog tkiva. Temperatura blanširanja je 85–95°C i različitog je trajanja ovisno o vrsti voća (Levaj, 2012; Sumonsiri i Barringer, 2014).

Budući da voće i povrće imaju sezonsko dospijeće i da nije uvijek moguće provesti preradu do finalnog proizvoda, često se najprije proizvede tzv. **poluproizvod** koji se u drugoj fazi nastavlja prerađivati do finalnog proizvoda.

5.7.2. Prerađevine voća

Poluproizvodi za dobivanje prerađevina voća

Poluproizvodi koji se koriste za dobivanje prerađevina voća su: voćna pulpa, voćna kaša i vodeni ekstrakt voća (Ministarstvo poljoprivrede, 2019).

Voćna pulpa su jestivi dijelovi cijelih plodova voća – po potrebi bez kore, sjemenki, koštica i sličnog – koji mogu biti narezani, sječeni ili prešani, ali ne i pasirani u kašu.

Voćna kaša su jestivi dijelovi cijelih plodova voća – po potrebi bez kore, sjemenki, koštica i sličnog –koji su prerađeni u kašu pasiranjem ili sličnim postupkom.

Vodeni ekstrakt voća je proizvod koji, uzevši u obzir gubitke do kojih dolazi prilikom pravilne prerade, sadrži sve u vodi topljive sastojke voća.

Prerađevine voća obuhvaćaju: želirane proizvode, kandirano voće, sušeno voće, zamrznuto voće ili voćnu kašu te voćne sokove (Jašić, 2007; Škrinjar i Tešanović, 2007; Šimundić, 2008; Levaj, 2012; Ministarstvo poljoprivrede, 2019).

Želirani proizvodi

Želirani proizvodi su prerađevine voća koje se često proizvode uz dodatak šećera i uz primjenu povišene temperature. Proizvode se gotovo od svih vrsta voća, sa ili bez dodatka šećera, a karakterizira ih duža trajnost. U tu skupinu prerađevina ubrajaju se: džem, ekstra džem, žele, marmelada i pekmez (Ministarstvo poljoprivrede, 2019).

Džem je proizvod odgovarajuće želirane konzistencije koji sadrži voćnu pulpu i/ili voćnu kašu jedne ili više vrsta voća, šećer i vodu.

Ekstra džem je proizvod odgovarajuće želirane konzistencije koji sadrži nekoncentriranu voćnu pulpu jedne ili više vrsta voća, šećer i vodu.

Osim razlike u vrsti sirovina (voćna pulpa ili voćna kaša, nekoncentrirana pulpa) razlika između džema i ekstra džema je i u količini upotrijebljenog voća. Džem u pravilu sadrži 35 g voća/100 g proizvoda, a ekstra džem sadrži 45 g voća/100 g proizvoda.

Žele je proizvod odgovarajuće želirane konzistencije koji sadrži voćni sok i/ili vodeni ekstrakt jedne ili više vrsta voća i šećer.

Marmelada je proizvod odgovarajuće želirane konzistencije proizveden od jedne ili više vrsta proizvoda citrusnog voća: voćne pulpe, voćne kaše, voćnog soka, vodenog ekstrakta i kore te šećera i vode. Najčešće korišteni citrusi su: limun, naranča i grejp.

Pekmez je proizvod odgovarajuće ugušćene konzistencije proizveden ukuhavanjem voćne pulpe i/ili voćne kaše jedne ili više vrsta voća, sa ili bez dodatka šećera. Količina šećera koju je dozvoljeno dodati u pekmez iznosi najviše do 25 % u odnosu na ukupnu količinu voća (Ministarstvo poljoprivrede, 2019).

Ostale prerađevine voća

Kandirano voće dobiva se dugotrajnim impregniranjem ili natapanjem cijelih plodova ili dijelova plodova voća gustom otopinom šećera, glukoze ili škrobnog sirupa.

Sušeno voće je proizvod iz kojeg je prirodnim ili umjetnim putem uklonjena voda u cilju da ga se sačuva od kvarenja odnosno da mu se produži trajnost. Zbog svojega okusa, sadržaja hranjivih tvari i trajnosti, razne vrste sušenog voća smatraju se vrlo cijenjenom hranom. Najčešće sušeno voće koje se može naći na tržištu su: grožđice, brusnice, smokve, banane, šljive, marelice, datulje i sl. Jedna od značajki sušenog voća je da poslije namakanja u vodi dobiva miris i okus voća od kojega je proizvedeno.

Zamrznuto voće ili zamrznuta voćna kaša proizvode se smrzavanjem posebno obrađenih plodova voća ili dijelova plodova ili voćne kaše na temperaturi -30°C, pri čemu temperatura u središtu proizvoda mora biti -15°C ili niža. Zamrznuti proizvodi po odmrzavanju moraju zadržati svoja prvobitna svojstva.

Voćni sok je proizvod jedne ili više vrsta tehnološki zrelog, svježeg ili ohlađenog voća proizveden uobičajenim fizikalnim postupcima. Voćni sokovi prema fizikalnim svojstvima mogu biti bistri, mutni i kašasti. **Bistri sok** dobiven je bistenjem i filtracijom matičnog soka.

Matični sok dobiven je hladnim prešanjem bez primjene povišene temperature, čime su u najvećoj mjeri sačuvane komponente sastava. **Mutni sok** sadrži fino dispergirane koloidne čestice iz stanica voćnog tkiva. **Kašasti sok** sadrži netopljive čestice voćnog tkiva koje se djelomično mogu taložiti.

5.7.3. Prerađevine povrća

Prerađevine povrća koje se mogu naći na tržištu su: zamrznuto povrće, sterilizirano povrće, pasterizirano povrće, marinirano povrće, biološki konzervirano povrće, sušeno povrće, sok i koncentrirani sok od povrća (Jašić, 2007; Škrinjar i Tešanović, 2007; Šimundić, 2008).

Zamrznuto povrće proizvodi se obradom povrća pri temperaturi -35°C ili manje, tako da se u središtu proizvoda postigne temperatura od najmanje -15°C . Odmrznuto povrće mora zadržati značajke svježega.

Sterilizirano povrće proizvodi se termičkom sterilizacijom povrća u zatvorenoj ambalaži. Najčešće se steriliziraju grašak, mrkva, šparoga, leća, mahune i sl. Povrću koje se sterilizira mogu se dodavati sol, ulje te začini. Budući da su ti proizvodi sterilni, mogu se čuvati na sobnoj temperaturi.

Pasterizirano povrće proizvodi se termičkom obradom metodom pasterizacije (ispod 100°C , u trajanju od nekoliko minuta do pola sata) u hermetički zatvorenoj ambalaži. Prilikom proizvodnje mogu se koristiti dodaci kao što su: sol, začini, kiseline i dr. Na taj način najčešće se prerađuju krastavci, ajvar, paprika, cikla, miješane salate i sl.

Marinirano povrće proizvodi se konzerviranjem povrća uz dodatak octene kiseline. Osim octa mogu se koristiti i drugi dodaci (sol, šećer, ulje, začini i dr.).

Biološki konzervirano povrće konzervirano je mliječnom kiselinom koja nastaje procesom fermentacije šećera iz povrća. Na taj se način konzerviraju primjerice kiseli kupus i kisela repa.

Sušeno povrće proizvodi se oduzimanjem vode povrću na prirodan ili umjetni način, pri čemu nastaje proizvod produžene trajnosti. Sušenje se može provesti na suncu ili u kontroliranim uvjetima, na temperaturi $40\text{--}70^{\circ}\text{C}$. Rehidracijom je potrebno postići okus i izgled svježeg povrća. Sušiti se mogu primjerice paprike, rajčice, gljive i sl.

Sok od povrća proizvodi se preradom svježeg ili smrznutog povrća kao i razrjeđivanjem koncentriranog soka od povrća koji je prethodno konzerviran fizikalnim postupcima. **Koncentrirani sok od povrća** proizvodi se uklanjanjem vode iz svježeg ili matičnog soka. Koncentriranje se može provesti u vakuumskim uređajima ili primjenom smrzavanja (Jašić, 2007).

5.8. Zdravstveni učinci konzumacije voća i povrća

Brojni su pozitivni zdravstveni učinci koji se povezuju s konzumacijom voća i povrća. Učinci redovite konzumacije preporučenih (ili većih) količina voća i povrća povezuju se s pozitivnim utjecajem na dječji rast i razvoj, dugovječnost i kvalitetu života, psihičko zdravlje, zdravlje srca i krvožilnog sustava, manju učestalost pojave karcinoma, manju učestalost pretilosti, manji rizik pojave dijabetesa, bolje zdravlje crijeva i poboljšan imunitet (FAO, 2020).

Pozitivni učinci konzumacije voća i povrća na zdravlje objašnjavaju se ne samo sadržajem vitamina, minerala i prehrambenih vlakana već i prisutnošću **bioaktivnih komponenata** – fitonutrijenata (tablica 5.11.). Fitonutrijenti su često odgovorni za intenzivnu boju voća i povrća. Voće i povrće razlikuje se u sadržaju i vrsti bioaktivnih komponenata u ovisnosti o genetskim i okolišnim faktorima koji na njih djeluju tijekom uzgoja. Klima, godišnje doba, temperatura, vlažnost, padaline, način skladištenja i prerade hrane mogu imati utjecaj na njihov sadržaj.

Tablica 5.11. Izvori bioaktivnih komponenata u različitim skupinama voća i povrća (prerađeno prema: Wallace i sur., 2016)

| Bioaktivne komponente | | Spojevi | Voće i povrće |
|-------------------------|------------------------|--|--|
| Karotenoidi | | α -karoten | Mrkva, bundeva |
| | | β -karoten | Mrkva, batat, špinat |
| | | Likopen | Rajčica (pelati, passata), lubenica |
| | | Zeaksantin | Kelj, špinat, blitva |
| | | Lutein | |
| Fenolni spojevi | Fenolne kiseline | Hidroksibenzojeva kiselina | Kupina, malina, ribiz, jagoda |
| | | Hidroksicimetna kiselina | Borovnice, kivi, trešnja, šljiva, patlidžan |
| | Flavonoidi | Flavonoli | Luk, kelj, poriluk |
| | | Flavoni | Peršin, celer |
| | | Flavanoli | Grožđe, jabuka, marelica, bobičasto voće, grah |
| | | Flavanoni | Citrusi (sokovi od citrusa) |
| | | Antocijani | Bobičasto voće, patlidžan, crveni kupus |
| | | Izoflavoni | Soja |
| | Stilbeni | (E)-stilben (<i>trans</i> -stilben) | Grožđe (vino), borovnice |
| | | (Z)-stilben (<i>cis</i> -stilben) | |
| | Tanini | Hidrolizirajući tanini | Bobičasto voće, nar, kaki, mango |
| | | Kondenzirani tanini | Bobičasto voće |
| Alkaloidi | Pseudoalkaloidi | Solantin | Krupir, rajčica, patlidžan |
| | Solanin | | |
| Spojevi s dušikom | Cijanogeni glikozidi | Lima grah, gorki badem, sjemenke voća (marelica, breskva, jabuka), sjemenke lana | |
| | Glukozinolati | Brokula, prokulice, cvjetača, kupus | |
| | Lektini | Krupir, rajčica, mahunarke, kikiriki | |
| Organo-sulfurni spojevi | Izotiocijanati | Indoli | Brokula, prokulice, cvjetača, kupus |
| | Alilni spojevi sumpora | | Češnjak, luk |

Voće i povrće koje se više istražuje upravo zbog značajnog udjela fitonutrijenata su: bobičasto voće, grožđe, rajčice i tamnozeleno lisnato povrće. Pozitivni učinci redovite konzumacije tih skupina očituju se u zdravlju kardiovaskularnog sustava (sniženje koncentracije kolesterola i sniženje krvnog tlaka), smanjenju upalnih procesa i antikarcinogenom djelovanju.

Fitonutrijenti kao što su primjerice likopen iz rajčice, glukozinolati iz brokule, blitve i kelja te alil-sulfidi iz češnjaka sprečavaju neželjene promjene na DNK koje su posljedica oksidacijskih procesa te posljedično utječu na pojavu i razvoj nekih sijela karcinoma (Slavin i Lloyd, 2012).

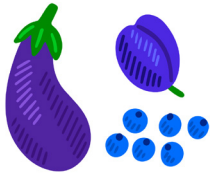

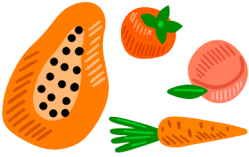


Od bioaktivnih komponenata sadržanih u voću i povrću najviše su istraženi flavonoidi i karotenoidi. Veći unos **flavonoida** povezuje se sa smanjenim rizikom pojave kardiovaskularnih bolesti, koronarne bolesti srca i općenito svih uzroka smrtnosti kod muškaraca i žena (Kim i Je, 2017). Među flavonoidima, antocijani imaju značajan utjecaj na metabolizam glukoze kao i na razinu lipoproteina male gustoće, posebice među osobama s hiperlipidemijom (Li i sur., 2016; Wallace i sur., 2016). **Karotenoidi** osim svoje vitaminske aktivnosti (provitamin A) pokazuju snažno protuupalno i antioksidativno djelovanje. Pokazana je pozitivna povezanost konzumacije α i β -karotena i smanjenog rizika pojave karcinoma pluća. Lutein (žuti pigment iz skupine ksantofila), koji se može naći u špinatu i ostalom obojenom voću i povrću, dokazano djeluje na zdravlje očiju, sprečava makularnu degeneraciju, a djeluje i na kognitivne funkcije (Wallace i sur., 2016).

Voće i povrće rijetko sadrže samo jednu bioaktivnu komponentu i često nekoliko njih zajedno djeluju sinergijski. Primjerice mješavina antioksidansa ima veću antioksidacijsku aktivnost nego zbroj pojedinačnih aktivnosti svakoga od njih. Sinergijsko djelovanje antioksidansa pokazano je u kombinacijama fenolnih spojeva, β -karotena i askorbinske kiseline kao i između tokoferola i flavonoida (Hounsome i Hounsome, 2011).

Iako epidemiološke studije pokazuju vezu između veće konzumacije voća i povrća te manje učestalosti pojave nekih sijela karcinoma (pluća, debelog crijeva, dojke, maternice, jednjaka, usne šupljine, želuca, prostate i jajnika), eksperimentalne studije pokazuju slabije rezultate, pa se danas s jednakom važnošću naglašava potreba unosa voća i povrća, ali i održavanje zdravih životnih navika, što zajednički može djelovati na smanjenje vjerojatnosti nastanka karcinoma (Key, 2011).

Preporuka stručnjaka je da bi dnevno trebalo konzumirati 400–600 g voća i povrća. Zbog bogatstva fitonutrijenata sadržanih u voću i povrću jakih boja, danas se savjetuje da „tanjur bude što šareniji“ (tablica 5.12).

Tablica 5.12. Povezanost boje voća i povrća s fitonutrijentima koje sadrži
(prerađeno prema: FAO, 2020)

| | |
|---|---|
|  | <p>Plavo i ljubičasto voće i povrće</p> <p>Sadrži antioksidanse koji mogu smanjiti rizik obolijevanja od karcinoma, moždanog udara i srčanih bolesti.</p> <p>Primjeri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crveni kupus, patlidžan • Kupine, borovnice, crno grožđe, šljive |
|  | <p>Crveno voće i povrće</p> <p>Sadrži fitonutrijente koji mogu pridonijeti smanjenju rizika obolijevanja od karcinoma i poboljšati zdravlje srca.</p> <p>Primjeri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Crvena paprika, rotkvice, rajčica • Crvena jabuka, trešnje, crveno grožđe, crveni i ružičasti grejfrut, crvena guava, maline, jagode, lubenica |
|  | <p>Narančasto i žuto voće i povrće</p> <p>Sadrži karotenoide koji pridonose zdravlju očiju.</p> <p>Primjeri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mrkva, bundeva, tikva • Marelica, grejfrut, limun, mango, dinja, nektarina, naranča, papaja, breskva, ananas |
|  | <p>Smeđe i bijelo voće i povrće</p> <p>Sadrži fitonutrijente s antivirusnim i antibakterijskim svojstvima te kalij.</p> <p>Primjeri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cvjetača, vlasac, češnjak, đumbir, poriluk, luk • Banana, bijela breskva, smeđa kruška |
|  | <p>Zeleno voće i povrće</p> <p>Sadrži fitonutrijente s antikancerogenim svojstvima.</p> <p>Primjeri:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Šparoge, zelene mahune, kineski kupus, brokula, kupus, zelena paprika, krastavac, salata, grašak, špinat • Zelena jabuka, avokado, bijelo grožđe, kivi, limeta |

5.9. Literatura

- Benko, N. (2020): Skladištenje povrća za zimu – koje greške radimo? Dostupno na: <https://gospodarski.hr/rubrike/koje-greske-radite-kod-cuvanja-povrca-za-zimu/>. Pristupljeno: 19. 10. 2022.
- FAO – Food and Agriculture Organization (2020): International Year of Fruit and Vegetables 2021. Fruit and Vegetables – Your Dietary Essentials. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database (2019): Food Balances (2010-). Dostupno na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. Pristupljeno: 4. 10. 2022.
- Gray, J. (2013): Nuts and Seeds. U: Encyclopedia of Human Nutrition, Sv. 2., 3. izd. (ur. Caballero, B., Allen, L., Prentice, A.). Academic Press-Elsevier, Oxford, 329-335.
- Hounsome, N., Hounsome, B. (2011): Biochemistry of Vegetables: Major Classes of Primary (Carbohydrates, Amino Acids, Fatty Acids, Vitamins, and Organic Acids) and Secondary Metabolites (Terpenoids, Phenolics, Alkaloids, and Sulfur-Containing Compounds) in Vegetables. U: Handbook of Vegetables and Vegetable Processing (ur. Sinha, N. K.). Blackwell Publishing, Hoboken, New Jersey, 23-58.
- Jašić, M. (2007): Tehnologija voća i povrća, I. dio. Univerzitet u Tuzli, Tehnološki fakultet Tuzla, Tuzla.
- Key, T. J. (2011): Fruit and vegetables and cancer risk. *British Journal of Cancer* 104, 6-11.
- Kim, Y., Je, Y. (2017): Flavonoid intake and mortality from cardiovascular disease and all causes: A meta-analysis of prospective cohort studies. *Clinical Nutrition ESPEN* 20, 68-77.
- Kouris-Blazos, A., Belski, R. (2016): Health benefits of legumes and pulses with a focus on Australian sweet lupins. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 25, 1-17.
- Levaj, B. (2012): Tehnologija voća i povrća, nastavni materijal za modul Osnove prehrambenih tehnologija. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Li, B., Li, F., Wang, L., Zhang, D. (2016): Fruit and vegetables consumption and risk of hypertension: A meta-analysis. *The Journal of Clinical Hypertension* 18, 468–476.
- Maphosa, Y., Jideani, V. A. (2017): The Role of Legumes in Human Nutrition. U: Functional Food –Improve health through adequate food (ur. Hueda, M. C.). IntechOpen, London.
- Ministarstvo poljoprivrede (2019): Pravilnik o voćnim džemovima, želeima, marmeladama, pekmezu te zaslađenom kesten pireu, Narodne novine 84.
- National Food Institute (2019): Food data, version 4. Technical University of Denmark, Kongens Lyngby. Dostupno na: <http://frida.fooddata.dk>. Pristupljeno 18. 4. 2021.
- Rodrigo, M-J., Alquézar, B., Alférez, F., Zacarias, L. (2012): Biochemistry of Fruits and Fruit Products. U: Handbook of Fruit and Fruit Processing, 2. izd. (ur. Sinha, N. K., Sidhu, J. S., Barta, J., Wu, J. S. B., Cano, M. P.). John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 13-34.
- Ros, E. (2016): Nuts: Health Effects. U: Encyclopedia of Food and Health (ur. Caballero, B., Finglas, P. M., Toldrá, F.). Academic Press, Cambridge, 111-118.

- Sánchez-Chino, X., Jiménez-Martínez, C., Dávila-Ortiz, G., Álvarez-González, I., Madrigal-Bujaidar, E. (2015): Nutrient and nonnutrient components of legumes and its chemopreventive activity: A review. *Nutrition and Cancer* 67, 401-410.
- Sánchez-Moreno, C., De Pascual-Teresa, S., De Ancos, B., Cano, M. P. (2012): Nutritional Quality of Fruits. U: *Handbook of Fruit and Fruit Processing*, 2. izd. (ur. Sinha, N. K., Sidhu, J. S., Barta, J., Wu, J. S. B., Cano, M. P.). John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 73-84.
- Slavin, J. L., Lloyd, B. (2012): Health benefits of fruit and vegetables. *Advances in Nutrition* 3, 506-516.
- Sumonsiri, N., Barringer, S. A. (2014): Fruits and Vegetables – Processing Technologies and Applications. U: *Food Processing: Principles and Application*, 2. izd. (ur. Clark, S., Jung, S., Lamsal, B.). John Wiley & Sons, Hoboken, 363-382.
- Šimundić, B. (2008): Prehrambena roba, prehrana i zdravlje. Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Sveučilište u Rijeci, Opatija.
- Škrinjar, M., Tešanović, D. (2007): Hrana u ugostiteljstvu i njeno čuvanje. Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Novi Sad.
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., Campbell, T. (2021): *Essentials of Food Science*, 5. izd. Springer Nature, Cham.
- Voća, S., Šic Žlabur, J., Pilešić, S., Dobričević, N., Galić, A. (2012): Primjena suvremenih tehnologija kontrolirane atmosfere u čuvanju voća. *Glasnik zaštite bilja* 6, 26-37.
- Wallace, T. C., Slavin, M., Frankenfeld, C. L. (2016): Systematic review of anthocyanins and markers of cardiovascular disease. *Nutrients* 8, 32.

6. ALKALOIDNA UŽIVALA



6. ALKALOIDNA UŽIVALA

Uživala je naziv za skupine hrane koje osim prehrambene vrijednosti imaju i specifično djelovanje koje se može manifestirati kao podražaj ili umirivanje središnjega živčanog sustava, poticanje probave, modifikacija okusa i arome hrane i dr. U uživala se ubrajaju kava, čaj, kakao, alkoholna pića, duhan i neki začini. Aktivne komponente uživala mogu biti alkaloidi (kava, čaj, kakao), etilni alkohol (alkoholna pića) ili sastojci eteričnih ulja (začinsko bilje). U ovom poglavlju opisat će se skupine alkaloidnih uživala kojima je zajednička značajka da sadrže metilksantine (purinske alkaloidne). Najrašireniji i ujedno najpoznatiji metilksantini su kofein, teofilin i teobromin. Ti su spojevi najčešće prisutni u sjemenkama kave, lišću biljke čaj i sjemenkama kakaovca (Andreeva i sur., 2012; Hrvatska enciklopedija, 2021).

6.1. Kava

6.1.1. Povijesni pregled uzgoja i konzumacije kave

Najpopularnija legenda o otkriću kave ona je koja kaže da je etiopski pastir u 7. ili 8. stoljeću primijetio da se koze neobično živahno ponašaju nakon što su pojele bobice s nepoznatog grma. Odlučio je i sam probati plodove. Zaključio je da mu ti plodovi vraćaju snagu, pa je svoje otkriće podijelio s koptskim svećenicima, koji su ubrzo usvojili naviku pripreme napitka kave (Debry, 1994).

Pradomovina kave je na afričkom kontinentu, pa se smatra da je ime dobila upravo po pokrajini Kaffa u Etiopiji. U 9. stoljeću uzgoj se širi na Arapski poluotok u Jemen. Pretpostavlja se da su sudanski robovi na putu u arapske zemlje prolazili kroz Etiopiju i ondje uzimali bobice koje su im pomagale da izdrže naporno putovanje. Na taj način kava je prenesena iz Afrike na Arapski poluotok. Središte trgovine u Jemenu bio je grad Mocha, po kojem je dobila naziv i jedna od najpopularnijih vrsta kave. Smatra se da su oko 1000. godine arapski trgovci počeli prodavati kavu kao napitak, a prva javna kavana otvorena je upravo u Meki 1500. godine. Kava se u razdoblju do 15. stoljeća kultivirala gotovo isključivo na Arapskom poluotoku. Navika konzumacije kave potom se širi u Tursku, pa je u Istanbulu do kraja 16. stoljeća bilo gotovo 500 objekata u kojima se posluživala kava. Ubrzo potom otvaraju se prve kavane i u Europi.

U 17. stoljeću Nizozemska podiže plantaže kave na Šri Lanki i Javi. U 18. stoljeću kava je prenesena u Južnu Ameriku, gdje se prve plantaže podižu u Brazilu. Na visoravnima Južne Amerike kava je naišla na podneblje slično onome u svojoj pradomovini, istočnoj Africi, pa uzgoj kave upravo ondje doživljava svoj najveći uzlet. Potkraj 18. stoljeća kava se počinje kultivirati na Jamajci (vrsta *Jamaica Blue Mountain*), a zatim u Kostariki i potkraj 18. stoljeća u Meksiku.

Potkraj 19. st. uzgoj kave vraća se u pradomovinu kave, Afriku. Prve plantaže kave zasađene su u Tanzaniji i Keniji, a ubrzo se uzgoj proširio na zapadnu Afriku, Angolu i Madagaskar. U to doba kava se počinje kultivirati i u Vijetnamu. Kava je tada postala prva poljoprivredna kultura koja se uzgajala u cijelome svijetu (Šimunac, 2004; Hatzold, 2012). Tradicija ispijanja kave u Hrvatskoj duga je više od 400 godina. Napitak pod imenom *kafa* spominje se u nas prvi put u Dubrovniku 1620. godine (Komes, 2013a).

6.1.2. Proizvodnja i konzumacija kave

Kava se danas uzgaja u više od 50 zemalja širom svijeta. Većina vrsta kave raste u vlažnom, toplom, ekvatorskom pojasu na području između 25° sjeverne geografske širine i 30° južne geografske širine. To se područje naziva i pojas kave (*coffee belt*) (slika 6.1.).

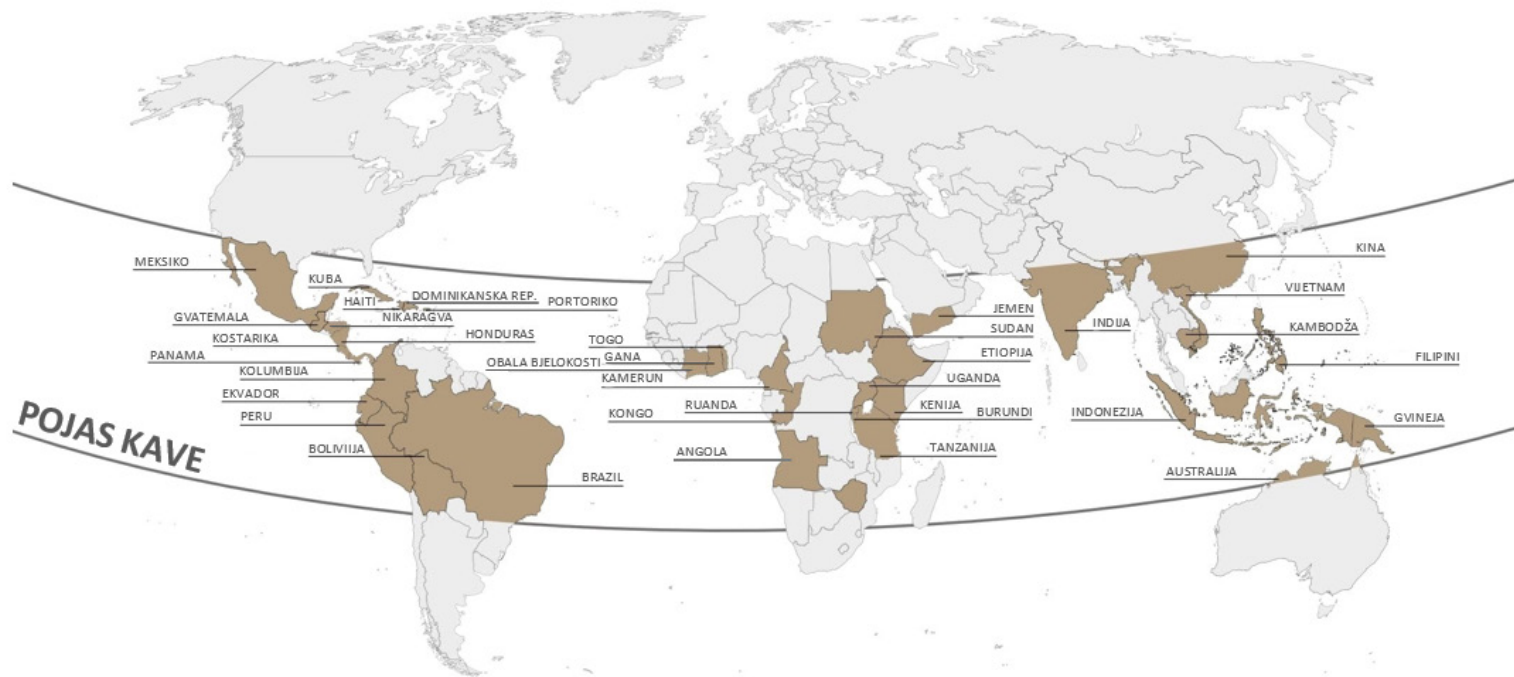
Kava se danas uzgaja u: Srednjoj Americi (Meksiko, Gvatemala, Kostarika, Panama, Nikaragva, Honduras, Kuba, Haiti, Dominikanska Republika, Portoriko), Južnoj Americi (Brazil, Kolumbija, Ekvador, Peru, Bolivija), Africi (Obala Bjelokosti, Togo, Gana, Kamerun, Ruanda, Etiopija, Kongo, Angola, Kenija, Tanzanija, Burundi, Uganda, Sudan) i Aziji (Jemen, Indija, Indonezija, Australija, Gvineja, Filipini, Kambodža, Kina, Vijetnam) (slika 6.1.). Proizvodnja i konzumacija kave u različitim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj prikazana je u tablici 6.1.

Tablica 6.1. Proizvodnja (1000 t) i konzumacija kave (kg/stanovnik/godišnje) u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (t) (FAOSTAT, 2019)

| | Proizvodnja (1000 t) | Konzumacija (kg/stanovnik/godišnje) |
|--|-------------------------|--|
| Svijet | 10 134 | 1,1 |
| Afrika | 1 354 | 0,7 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 5 548 | 2,7 |
| Azija | 3 188 | 0,4 |
| Australija i Novi Zeland | - | 5,2 |
| Europa | - | 3,8 |
| Hrvatska | - | 5,1 |

Iako je trenutno još uvijek najveći proizvođač kave Južna Amerika (osigurava nešto manje od 50 % svjetske proizvodnje), zamjetan je trend smanjenja proizvodnje na tom kontinentu, a porasta proizvodnje u Aziji. Jedan od razloga smanjenja proizvodnje su i globalne klimatske promjene. Iz Azije danas potječe oko 31,5 % svjetske proizvodnje, dok Afrika ima relativno stalan udio od oko 13 % svjetske proizvodnje kave. Najveći svjetski proizvođač kave je Brazil (oko 30 % svjetske proizvodnje), a slijede Vijetnam (16,6 %) i Kolumbija (8,8 %) (FAOSTAT, 2019).

Konzumacija kave na svjetskoj razini je 1,1 kg/stanovnik/godišnje, dok je prosjek za Europu 3,8 kg/stanovnik/godišnje (tablica 6.1.). U Europi se kava najviše konzumira na sjeveru kontinenta (uz iznimku Velike Britanije koja je poznata po konzumaciji čaja). Među europskim zemljama po količini konzumirane kave prednjače Luksemburg (25,05 kg/stanovniku/godišnje), Finska (11,7 kg/stanovnik/godišnje) i Švedska (10,1 kg/stanovnik/godišnje). U Hrvatskoj se prosječno godišnje konzumira 5,1 kg kave/stanovniku (FAOSTAT, 2019).



Slika 6.1. Pojas kave (Specialty Cafètiere, 2021)

6.1.3. Uzgoj i berba kave

Kava (*Coffea*) je tropska zimzelena drvolika biljka iz porodice bročeva (*Rubiaceae*). Grm kave ima kožnato, sjajno, zeleno, duguljasto lišće. Samonikli grm u divljini naraste između pet i deset metara u visinu, a na plantažama se grmovi obrezuju na visinu od oko dva metra.

Iako postoji više od 70 vrsta kavinog drveta, za preradu se najviše kultiviraju dvije vrste *Coffea arabica* L., poznatija kao Arabica i *Coffea canephora* L., poznatija kao Robusta. Komercijalno se uzgaja desetak vrsta Arabice i pet vrsta Robuste. Na treću vrstu, *Coffea liberica*, otpada svega 1 % ukupne svjetske proizvodnje (Anzueto i sur., 2005).

Zrna Arabice daju blagu i aromatičnu kavu, a smatra se da čak 70 % svjetske proizvodnje pripada toj vrsti kave. **Robusta** sadrži dvostruko više kofeina nego Arabica, a njezin udio u svjetskoj proizvodnji ne prelazi 30 %. Razlog tome je specifičan gorko-kiseli okus Robuste, zbog kojega se često koristi za pojačavanje okusa drugih kava. Arabica uspijeva na većim nadmorskim visinama (iznad 900 m, pa čak i iznad 2000 m) i u područjima s manje kiše u usporedbi s Robustom.

Arabica odlikuje jača aroma i puniji okus koji se često opisuje notama karamele, čokolade ili lješnjaka. **Robusta** daje kavu oštrijeg i gorčeg okusa, a budući da sadrži više kofeina, često se miješa s Arabicom s ciljem povećanja koncentracije kofeina. Robusta je kao biljka otpornija i jeftinija za uzgoj i preradu, pa su i zrna kave značajno jeftinija u usporedbi s Arabicom.

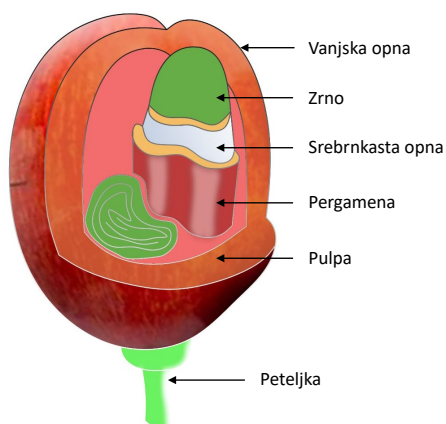
Zrna Arabice i Robuste razlikuju se i po izgledu. Zrno Arabice duguljastog je i ovalnog oblika, dok je zrno Robuste oblije i manje (slika 6.2.). Najveći uzgajivač Arabice trenutno je Brazil, dok se najviše Robuste uzgaja u Vijetnamu.



Slika 6.2. Usporedba izgleda zrna kave Arabice i Robuste (Franck, n.d.)

Posljednjih dvadesetak godina na svjetskom tržištu raste ponuda i potražnja kave Robuste. Razlog tome prvenstveno je povećani uzgoj u Vijetnamu, Indoneziji i Brazilu (Anzueto i sur., 2005). Prema prognozama, u budućnosti se očekuje sve veći porast proizvodnje Robuste.

Plodovi kave su bobičastog izgleda, veličine trešnje i grupirani u grozdove koji se beru kada poprime tamnocrvenu boju. Unutar bobice smještene su u pravilu dvije svijetlozelene sjemenke (zrna), okrenute plosnatom stranom jedna prema drugoj. Zrna obavija tanka srebrnkasta opna i opna pergamena. Sjemenke su uronjene u mekanu pulpu iz koje uzimaju hranu potrebnu za razvoj, a cijeli plod obavijen je čvrstom kožastom opnom (Šimunac, 2004) (slika 6.3.).



Slika 6.3. Izgled ploda kave (Franck, n.d.) i dijelovi zrna kave (izrada autorice prema Šimunac, 2004)

6.1.4. Prerada kave

Nezreli plodovi kave su zelene boje, a boja zrenjem prelazi najprije u žutu, a potom u crvenu. Berba bobica obavlja se ručno, ali i pomoću strojeva ako okolina to dopušta. Nakon branja, iz mekih plodova odvaja se središnji, najvredniji dio koji u svakoj bobici čine dva zrna kave. Na zrno otpada oko 40 % mase ploda. Za odvajanje zrna od pulpe koriste se dva postupka: suhi i mokri, kojima se dobiva tzv. **zelena kava**.

Suhim postupkom bobice se suše u tankom sloju na suncu kroz 3–4 tjedna. Tijekom sušenja bobice se okreću nekoliko puta da bi se izbjegla fermentacija, a mekani omotač polako se isušuje, postaje krut, krhak i lomljiv te se s lakoćom odvaja od zrna. Taj je postupak jeftiniji, ali je dobivena kava lošije kvalitete. Na taj se način dobiva tzv. „neoprana kava“ i najčešće se koristi za varijetete Robuste.

U mokrom postupku bobice se uranjaju u vodu unutar 6 sati nakon branja. Kada bobice omekšaju, pulpa se strojno odvaja od zrna. Zrno se zatim namače u vodi 12 sati, pri čemu se odvija fermentacija te dolazi do odvajanja unutarnje opne koja se ispiru mlazom vode. Zrna se potom suše u sušarama ili prirodno na suncu. Takva kava naziva se i „oprana kava“, a postupak se primjenjuje uglavnom za varijetete Arabice.

Nakon odvajanja pulpe od zrna suhim ili mokrim postupkom zrna su još uvijek prekrivena tankim slojem pergamene koji se mora ukloniti sušenjem. Nakon sušenja suha pergamena strojno se ljušti, zrna se poliraju te dobivaju privlačan sjajan izgled i plavkasti odsjaj na površini (Šimunac, 2004).

Nakon klasifikacije kava se pakira u jutene vreće od po 60 kilograma. Vreća od 60 kg tradicionalna je standardna jedinica mjere za kavu, pa se često u statističkim podacima proizvedena količina kave upravo i izražava u vrećama. S obzirom na to da lako prima mirise, kava se treba pažljivo skladištiti vodeći računa o robnom susjedstvu. Zelena kava može se čuvati duže vrijeme, bez opasnosti od gubitka kvalitete.

Prženje kave

Sirova (zelena) kava izgledom i okusom značajno se razlikuje od uobičajenog poimanja kave, a izgled i svojstva u skladu s očekivanjima potrošača postižu se procesom prženja. Kvalitetu kave određuje mješavina zrna, a jakost kave određena je upravo stupnjem prženja.

Proces prženja traje oko 15–20 minuta, na temperaturi 200–220°C, a razlikuje se ovisno o vrsti i podrijetlu kave. U početnoj fazi prženja isparava slobodna voda. Pri temperaturi od 130°C karamelizira se šećer, zrno počinje bubriti i postaje svijetlosmeđe boje. Kemijske promjene u toj su fazi neznatne.

Daljnijim porastom temperature iznad 160°C započinju unutrašnje i vanjske promjene: boja postaje tamnija smeđa, volumen se značajno povećava i započinje formiranje arome. Kemijske promjene odvijaju se na temperaturi iznad 190°C. Tada dolazi do razgradnje bjelancevina i ugljikohidrata te nastanka novih spojeva – melanoidina koji su odgovorni za promjenu **boje** u tamnosmeđu (gotovo crnu) (Clarke, 2003). Zbog razaranja staničnih stijenki pri izlasku vode, čuje se pucketanje tijekom prženja. Škrob prelazi u jednostavne šećere te se oslobađaju eterična ulja. Boja zrna kave postaje smeđa kao posljedica Maillardove reakcije³⁴. Proces prženja prekida se hlađenjem prženih zrna, i to u trenutku kada su postignuta željena senzorska svojstva. Stupanj prženja kave određuje se prema specifičnim zahtjevima koje određuje svako pojedino tržište, a i prema vrsti napitka za koji se kava prži.

Tijekom opisanog procesa prženja, u zrnu se događa mnoštvo fizikalno-kemijskih promjena, u kojima sudjeluje oko 2000 različitih tvari koje određuju okus pržene kave.

Iako se sadržaj kofeina tijekom prženja ne mijenja značajno, događaju se ostale značajne promjene koje se u najvećoj mjeri odnose na stvaranje **arome**. Smatra se da je aroma kave najzaslužnija za emocionalni doživljaj pijenja kave, te da upravo olfaktorni podražaji utječu na fiziološke učinke, raspoloženje i ponašanje izazvano pijenjem kave (Grosch, 2001). U kavi je identificirano oko 40 spojeva koji pridonose aromi. Aroma kave opisuje se kao slatkasto-karamelna, zemljana, sumporno-pržena ili dimno-fenolna.

Tijekom prženja dolazi i do oksidativne polimerizacije ili degradacije fenolnih komponenata. Jedna od najvažnijih fenolnih komponenata u kavi je klorogenska kiselina koja pokazuje fiziološko djelovanje koje uključuje antioksidativni i protuupalni učinak (Homma, 2001).

Prženjem dolazi i do pretvorbe trigonelina (alkaloid koji je na drugom mjestu po zastupljenosti poslije kofeina) u niacin (vitamin B-kompleksa). Niacin pridonosi smanjenju umora te potiče normalno funkcioniranje živčanog sustava (EFSA, 2010).

Tijekom prženja kave nastaju i spojevi koji imaju potencijalno toksičan učinak, a među njima je najvažniji akrilamid³⁵. **Akrilamid** nastaje na početku prženja u velikim koncentracijama, ali mu se koncentracija poslije smanjuje (Lantz i sur., 2006). Iako se akrilamid pokazao genotoksičnim i kancerogenim u pokusu s laboratorijskim životinjama, njegovo potencijalno negativno djelovanje iz kave ublažavaju pozitivni učinci ostalih komponenata. Pokazano je da ostale komponente koje se nalaze u kavi djeluju neuroprotektivno i antikancerogeno ublažavajući time potencijalne negativne učinke akrilamida. Sličan mehanizam pokazuje i **furan**, spoj koji također nastaje pri prženju kave kao dio hlapljivih aromatičnih komponenata. Iako taj spoj djeluje citotoksično na jetru, ostale komponente kave djeluju zaštitno upravo na jetru (Guenther i sur., 2010).

³⁴ Maillardova reakcija: reakcija neenzimatskog posmeđivanja pri kojoj nastaje smeđa boja kao posljedica reakcije aminokiselina iz bjelancevina i reducirajućih šećera na temperaturi iznad 100°C. Promjena boje praćena je i promjenom okusa.

³⁵ Akrilamid: kemijski spoj koji nastaje prilikom prženja hrane bogate škrobom u reakcijama neenzimskog posmeđivanja (Maillardove reakcije). Što se hrana prži duže i pri višoj temperaturi, boja je tamnija i količina nastalog akrilamida je veća. Potencijalno je kancerogen.

6.1.5. Mljevenje i pakiranje kave

Mljevenje kave

Za mljevenje kave upotrebljavaju se različiti mlinovi. Što je kava sitnije mljevena, brže je izlučivanje aromatičnih sastojaka. Prilikom pripreme napitka, sitnije mljevenu kavu treba kraće izlagati djelovanju vode nego krupnije mljevenu kavu. Za pripremu kave u *espresso* aparatima potrebna je sitnije mljevena kava, a za klasično kuhanje (turska kava) potrebna je grublje mljevena kava. Srednje mljevena kava idealna je za filter-aparate (Šimunac, 2004). Mljevenje kave uvijek je dobro provesti neposredno prije kuhanja jer stajanjem mljevene kave na zraku može doći do gubitka aromatičnih komponenata.

Pakiranje kave

Ambalaža kave vrlo je važna, ne samo zbog privlačenja kupaca već i zbog očuvanje kvalitete. Ambalaža mora zaštititi prženu kavu od kisika, svjetla, topline i vlage. Zbog neodgovarajuće ambalaže pržena zrna mogu promijeniti okus i aromu za tri tjedna, a mljevena kava čak za samo 5 dana. Kvaliteta kave najbolje se očuva u vakuum-blok pakiranju. Mljevena kava može se puniti i u limenke. Limenke se ne pune do kraja nego se ostavlja prostor za oslobađanje CO₂ iz mljevene kave. Oslobođeni CO₂ ujedno čini sloj koji ne dopušta kontakt mljevene kave sa zrakom (Šimunac, 2004).

6.1.6. Kemijski sastav kave

Kemijski sastav zelene kave određen je prvenstveno genetskim značajkama vrste i fiziološkom fazom razvoja (tj. stupnjem zrelosti). Zrno zelene kave sastoji se od vode, ugljikohidrata, prehrambenih vlakana, bjelančevina, slobodnih aminokiselina, lipida, minerala, klorogenske kiseline, trigonelina i kofeina. Preradom zelenog zrna procesom prženja i dobivanjem pržene kave, njezin kemijski sastav značajno se mijenja, što je opisano u prethodnom poglavlju. Sadržaj kofeina ne mijenja se značajno procesom prženja (tablica 6.2.).

Tablica 6.2. Kemijski sastav zelene i pržene kave Arabica i Robusta u 100 g (prerađeno prema: Farah, 2012)

| | Zelena kava | | Pržena kava | |
|---------------------------------|-------------|-----------|-------------|----------|
| | Arabica | Robusta | Arabica | Robusta |
| Ugljikohidrati | | | | |
| Saharoza (g) | 6,0–9,0 | 0,9–4,0 | 4,2 | 1,6 |
| Polisaharidi (g) | 34,0–44,0 | 48,0–55,0 | 31,0–33,0 | 37,0 |
| Klorogenska kiselina (g) | 4,1–7,9 | 6,1–11,3 | 1,9–2,5 | 3,3–3,8 |
| Masti | | | | |
| Diterpeni (g) | 0,5–1,2 | 0,2–0,8 | 0,9 | 0,2 |
| Ulje (g) | 15,0–17,0 | 7,0–10,0 | 17,0 | 11,0 |
| Bjelančevine (g) | 10,0–11,0 | 11,0–15,0 | 7,5–10,0 | 7,5–10,0 |
| Minerali (g) | 3,0–4,2 | 4,4–4,5 | 4,5 | 4,7 |
| Kofein (g) | 0,9–1,3 | 1,5–2,5 | 1,1–1,3 | 2,4–2,5 |
| Trigonelin (g) | 0,6–2,0 | 0,6–0,7 | 1,2–0,2 | 0,7–0,3 |
| Melanoidini (g) | - | - | 25,0 | 25,0 |

Tijekom prženja značajne promjene događaju se u sadržaju ugljikohidrata i bjelančevina. Ugljikohidrati se tijekom prženja razlažu, pa je tako primjerice udio saharoze u prženoj kavi gotovo prepolovljen, a i sadržaj polisaharida znatno je smanjen. Sastav aminokiselina u bjelančevinama mijenja se tijekom prženja tako da slobodnih aminokiselina u prženoj kavi ima u tragovima (tablica 6.2.). Gotovo 40% ukupne količine minerala u kavi otpada na kalij, dok je na drugom mjestu fosfor, a u manjim količinama prisutni su još magnezij, kalcij i sumpor.

Kao što je prethodno spomenuto, sadržaj kofeina ne mijenja se značajno postupkom prženja. Tijekom prženja trigonelin koji je kao alkaloid prisutan u zelenoj kavi razgradi se u količini od otprilike 50 %. Melanoidina nema u zelenoj kavi, već nastaju tijekom prženja kroz Maillardovu reakciju i karamelizaciju vežući na sebe dio klorogenske kiseline (Farah, 2012).

6.1.7. Kava na tržištu

Kava na tržište rijetko dolazi pod vlastitim imenom, imenom plantaže ili uzgojne regije, već dolazi kao mješavina. **Mješavine kave** proizvode se s ciljem dobivanja kave bolje kvalitete, punijeg okusa, ujednačene kiselosti i arome, a u interesu zadovoljavanja očekivanja potrošača. Miješanjem se postiže i da lošija, manje kvalitetna zrna u kombinaciji s kvalitetnijima postignu veću cijenu. Miješaju se uvijek zrna nakon prženja, a svaki prerađivač odabire kombinaciju koja će najviše zadovoljiti očekivanja potrošača. Danas na tržištu među potrošačima raste potražnja za kavom bez kofeina.

Kava bez kofeina je kava u kojoj je sadržaj kofeina smanjen na manje od 0,1 %. Kofein se uklanja iz zrna kave prije prženja na nekoliko načina: tradicionalnim načinom, pomoću ugljikovih filtara i pomoću superkritičnog CO₂ (Šimunac, 2004; Hatzold, 2012).

Tradicionalnim načinom zrna kave tretiraju se vodenom parom, pri čemu se zrna otvore, prošire i postanu porozna. Takva zrna potom se tretiraju diklormetanom ili metil-acetatom i zagrijavaju, pri čemu se kofein razgradi.

Pomoću ugljikovih filtara kofein se uklanja na način da se zrna namaču i ispiru dok razina kofeina ne padne ispod 0,1 %. Na takav način iz kave se osim kofeina uklanjaju i aromatične komponente.

Ekstrakcija pomoću superkritičnog CO₂³⁶ pri tlaku najmoderniji je i danas najčešće primjenjivani postupak uklanjanja kofeina. U tom postupku zrno se obrađuje vodenom parom pri tlaku od 100 do 200 bara i pri temperaturi od 70°C do 90°C. Tim postupkom uklanja se kofein, nema zaostalih otapala, a sačuvane su aromatične komponente (Belitz i sur., 2004).

Kofein izdvojen ekstrakcijom prilikom proizvodnje dekofeinizirane kave naknadno se može upotrijebiti u proizvodnji kola-napitaka. Neovisno o provedenom postupku uklanjanja kofeina, u kavi ipak zaostaju tragovi kofeina, pa se 20 šalica kave bez kofeina može smatrati ekvivalentom jednoj šalici kave s kofeinom. Postupcima uklanjanja kofeina slabi i aroma kave, ali se smanjuje i antioksidacijski potencijal koji pridonosi pozitivnom učinku kave na zdravlje (Komes, 2013a).

Instant kava je u obliku krupnijih ili sitnijih granula koje se lako otapaju u vodi, a osiguravaju punoću okusa. Uobičajeno se proizvodi tretiranjem pržene kave vrućom vodom pri povišenom tlaku, što uzrokuje ekstrakciju spojeva topljivih u vodi. Ti topljivi spojevi potom se hlade, centrifugiraju, koncentriraju zagrijavanjem i suše postupkom liofilizacije na udio vode do 5 %. Liofilizacija koristi vrlo niske temperature da se postigne sublimacija zamrznutoga vodenog ekstrakta, pri čemu direktan prijelaz iz čvrstog u plinovito stanje daje bolju kvalitetu kave u usporedbi s drugim metodama. Tim postupkom moguće je očuvati većinu aromatičnih komponenata (Farah, 2012; Franck, n.d.).

³⁶ Superkritični CO₂: ugljikov dioksid pri tlaku iznad 74 bara i temperaturi iznad 31°C. Pod tim uvjetima predstavlja učinkovito, jeftino, netoksično otapalo koje se često koristi u prehrambenoj industriji umjesto organskih otapala.

Kavovine je naziv za zamjene (surogate) kave koje su razvijene i čija potrošnja je kulminirala u doba nestašice kave. Kavovine bojom, okusom i nekim senzorskim značajkama slične kavi, ali imaju drugačiji sastav (najčešće ne sadrže kofein).

Za proizvodnju kavovina koriste se prženi i mljeveni plodovi i dijelovi jestivih biljaka bogatih škrobom, šećerima i inulinom, koji prokuhani ili otopljeni u vodi daju napitak koji se upotrebljava kao zamjena za kavu. Osnovne sirovine za njihovu proizvodnju su: žitarice (ječam, raž, pšenica), isključivo žitarice (ječmeni slad), korijen cikorije ili suho voće (smokva, rogač). Pri proizvodnji mogu se dodavati prženi šećer, škrobni sirup, melasa ili jestiva biljna ulja.

6.1.8. Najcjenjenije kave na svijetu

Jedna od najpoznatijih kava na svijetu je *Blue Mountain* s Jamajke. *Blue Mountain* karakterizira uravnotežena aroma te harmoničan, lagano orašasti okus. Zbog specifične klime zrna sporije rastu nego drugdje. Kroz dugo razdoblje sazrijevanja nastaju specifične, blaže i bogate arome. U toj kavi kofeina ima otprilike 0,7 %. Originalni *Blue Mountain* vrste Arabica pakira se u drvene bačve jer one mogu najbolje očuvati aromu. Ta kava ima poseban certifikat i izvozi se širom svijeta.

Najrjeđa i zbog toga donedavno najskuplja kava na svijetu je *Kopi Luwak*, koja se proizvodi u Indoneziji. Azijski cibeti (životinje slične mačkama) pronalaze sirove i rijetke bobice te sorte kave u indonezijskim prašumama i hrane se njihovim zrnima. Nakon prolaska kroz probavni sustav cibeta, zrna kave ostaju zadržana u izmetu. Skupljači zrna ih potom skupljaju, čiste, kratko prže i prodaju. Zbog posebnog enzimatskog sustava koji djeluje tijekom probave, neprobavljeni unutarnji dio zrna kave dobiva poseban okus. Zbog dugotrajnog procesa proizvodnje i činjenice da se godišnje može proizvesti samo oko 500 kilograma, ta kava postiže visoku cijenu na tržištu.

Odnedavno se na Tajlandu i slonovi koriste za proizvodnju kave. Ta još skupocjenija kava zove se *Black Ivory* (Crna bjelokost). Za proizvodnju te kave slonovi svakodnevno jedu hranu u koju su umiješana zrna kave. U probavnom sustavu slona na zrna kave djeluju različiti enzimi i ona se mijenja na sličan način kao i tijekom fermentacije. Po izbacivanju zrna kave zajedno s izmetom, zrna se čiste i prže. Tako dobivena kava još je posebnijeg okusa jer je enzimatski sustav u probavi slona drugačiji od onoga kod cibeta budući da je slon vegetarijanac, a cibeti su svejedi.

Među skupocjenije kave ubraja se i vrlo kvalitetna afrička Arabica *Lucie Royale* iz Zimbabvea, koju odlikuje dobra kiselost, osrednja jačina i fina harmoničnost. Vrlo cijenjena je i **Kenijska Arabica**.

6.1.9. Zdravstveni učinci konzumacije kave

Usprkos uvjerenju nekih potrošača da je konzumacija kave štetna, rezultati novih istraživanja pokazuju da višestruko pozitivni učinci umjerene konzumacije kave nadvladavaju potencijalne negativne učinke.

Važno je međutim istaknuti da postoje velike individualne razlike među pojedincima u osjetljivosti na učinke bioaktivnih komponenata iz kave. Razlike u osjetljivosti na pojedine metabolite iz kave i njihovo biološko djelovanje uvjetovani su razlikama u genotipu, ali i u sastavu crijevne mikroflore (Guertin i sur., 2015). Iako je kava složenog sastava, pozitivni utjecaji na zdravlje objašnjavaju se uglavnom djelovanjem kofeina i klorogenske kiseline kao i antioksidansa iz skupine polifenola.

Iako su ranija istraživanja bila usmjerena uglavnom na negativne učinke konzumacije kave (nesanica, aritmija, bolesti krvožilnog sustava, hipertenzija i sl.), novija istraživanja pokazuju da umjerena konzumacija kave može djelovati na smanjenje učestalosti pojave svih uzroka smrtnosti (Poole i sur., 2017). Konkretno, konzumacija kave dovodi se u vezu s manjom učestalošću pojave dijabetesa tipa 2, Alzheimerove i Parkinsonove bolesti, nekih bolesti jetre kao i nekih karcinoma (jetra i debelo crijevo), čemu uz kofein pridonose i drugi bioaktivni sastojci kave, posebno polifenoli (Komes, 2013a).

U kontekstu zaštitnog djelovanja na zdravlje umjerena konzumacija kave za odrasle osobe podrazumijeva 3–4 šalice kave dnevno, što osigurava dnevni unos kofeina od 300–400 mg. Kofein djeluje stimulirajuće na središnji živčani sustav, tj. potiče aktivaciju različitih neurotransmitera te potiče budnost i pozornost. Također je pokazano da kofein poboljšava kognitivne sposobnosti. Kofein u količini od 75 mg (što je ekvivalent jednoj šalici kave) značajno će djelovati na povećanje budnosti i pozornosti (EFSA, 2011).

Unos kofeina od 3 mg/kg (iz različitih izvora) ne predstavlja rizik ni za odrasle osobe, ni za trudnice ili dojilje, pa čak ni za djecu (EFSA, 2015). Gornja granica dnevnog unosa kofeina za odrasle osobe bez rizika za zdravlje je 400 mg, a za trudnice ili dojilje 200 mg (EFSA 2015; Doepker i sur., 2018). Smrtonosnom dozom kofeina smatra se 10 g, što odgovara količini sadržanoj u 80 do 100 šalica kave. Smrtonosna doza ovisi o tjelesnoj masi i o ostalim individualnom značajkama (Thurston, 2013).

Kofein je poznato ergogeno sredstvo³⁷, i to u većoj mjeri kod dugotrajnog, iscrpljujućeg vježbanja, dok su učinci nešto slabije izraženi tijekom kratkotrajnih napora većeg intenziteta. Kofein zato ima primjenu u sportovima izdržljivosti kao što su biciklizam, trčanje na duge pruge, plivanje, tenis i sl. Kofein se kao ergogeno sredstvo može koristiti u količini od 3 mg/kg tjelesne mase (EFSA, 2011).

Količina kofeina u različito pripremljenim napicima kave

Količina kofeina u pripremljenom napitku kave vrlo je promjenjiva i ovisi o samoj sirovini (sorta, prženje, mješavina različitih vrsta, granulacija mljevenja), ali i o načinu pripreme. Tijekom pripreme napitka dolazi do ekstrakcije topljivih sastojaka (uključivši i kofein) u kontaktu s vodom ovisno o načinu pripreme. Postotak ekstrakcije tvari iz kave u napitak varira od 24,2 % (*espresso*) do 31,4 % (moka).

Način pripreme, omjer kave i vode, temperatura, vrijeme i granulacija kave faktori su koji utječu na učinkovitost ekstrakcije kofeina, što je često predmet interesa. Ovisno o primijenjenoj metodi pripreme kave, kofein će se ekstrahirati u udjelu 75–100 %.

Tako se prosječno pri pripremi filter-kave ekstrahira gotovo 100 % kofeina, a u pravilu se prilikom pripreme turske kave ekstrahira više kofeina nego prilikom pripreme *espresso* kave. Kod pripreme *espresso* kave zbog kratkog vremena kontakta kave i vodene pare ekstrakcija kofeina kreće se u granicama 75–85 % (Hatzold, 2012).

Na sadržaj kofeina u pripremljenom napitku utječu: vrsta korištene kave (veći udio Robuste dat će veći udio kofeina, dok će mješavina koja pretežno sadrži Arabicu imati manje kofeina), količina upotrijebljene kave, ali i dužina pripreme (kofein je topljiv u vodi, pa dužina kontakta s vodom utječe na ekstrahiranu količinu) (Petracco, 2001).

Prilikom pripreme *espresso* kave, iako se ekstrakcija odvija pod tlakom vodene pare, kontakt kave s vodom relativno je kratak (25–30 sekundi). Nasuprot tome, kod pripreme turske kave kontakt kave i vode znatno je duži i ekstrakcija kofeina zato je bolja. Šalica turske kave može sadržavati i do 160 mg kofeina (1 žličica turske kave sadrži u pravilu oko 100 mg kofeina). Kod pripreme turske kave ekstrahiraju se i lipidi, pa s tog aspekta ona predstavlja manje poželjnu opciju za zdravlje.

³⁷ Ergogeno sredstvo: sredstvo koje potiče sportsku izvedbu.

Količina kofeina u šalici *espresso* kave (oko 30 ml) u ovisnosti o gore navedenim faktorima kreće se u granicama 40–60 mg (budući da udio raste s porastom udjela Robuste, šalica čiste Robuste može sadržavati i do 120 mg kofeina). Koncentracija kofeina kreće se u granicama od 1,2 mg/ml do 4 mg/ml. Suprotno uvriježenom mišljenju produženi *espresso* sadrži više kofeina od običnog jer se produženjem kontakta s vodom povećava i količina ekstrahiranoga kofeina. Na početku pripreme *espresso* kave ekstrahiraju se aromatične komponente i masti, a produženjem ekstrakcije kofein i kiseline. Iz tog razloga *espresso* je punije arome, s manje kofeina, za razliku od produženog *espressa* koji sadrži više kofeina i više kiselina (Petracco, 2005).

6.2. Čaj

6.2.1. Povijesni pregled uzgoja i konzumacije čaja

Iako brojne legende iz Kine, Indije i Japana govore o slučajnom nastanku čajnog napitka nakon što su listići čaja koje je vjetar otpuhao s grma pali u kipuću vodu i tako stvorili napitak ugodna okusa i mirisa, pradomovinom čaja ipak se smatra Kina. Uzgoj čaja u Kini poznat je još od 5. stoljeća i bio je s jedne strane lijek, a s druge dio svakodnevnog života imućnih te izvor umjetničke inspiracije. Smatra se da su u 7. stoljeću budistički svećenici čaj prenijeli u Japan, ali se on ondje počinje uzgajati i intenzivno konzumirati tek od 12. stoljeća, i to kao dio do danas očuvanoga poznatog rituala čajne ceremonije.

U Europu su čaj donijeli nizozemski trgovci u 17. stoljeću. Najprije se koristio u medicinske svrhe, ali kako se intenzivirala trgovina, tako je rasla i potrošnja te se postupno razvijala kultura pijenja čaja, posebice u Engleskoj i Rusiji. Nizozemski i engleski doseljenici donijeli su čaj na američki kontinent te je upravo čaj odigrao važnu ulogu u jednoj epizodi američke povijesti. Kada je Engleska posebnim zakonom o nametu na čaj pokušala osigurati monopol u svojoj sjevernoameričkoj koloniji, kolonisti su u znak prosvjeda u Bostonu bacili u more čitave sanduke engleskog čaja. Taj je sukob, poznat i pod nazivom Bostonska čajanka, ušao u povijest kao nagovještaj američkoga građanskog rata. Visoka potražnja za čajem u 19. stoljeću i njegova velika vrijednost potaknuli su brojne sukobe, uključivši i tzv. opijumske ratove. Budući da je Velika Britanija imala deficit u trgovini s Kinom zbog uvoza kineskog čaja, a istodobno nije mogla poštovati stroge trgovinske uvjete koje je Kina kao isključivi proizvođač čaja nametala, Velika Britanija pokušavala je izvesti ilegalno opijum u Kinu s ciljem razvijanja ovisnosti i slabljenja Kine.

Budući da od prve polovice 19. stoljeća Kina više nije mogla svojom proizvodnjom zadovoljiti narasle potrebe svjetskog tržišta za čajem, Velika Britanija počela je podizati plantaže čaja u svojim kolonijama. Tada započinje uzgoj u Indiji, Šri Lanki, Sumatri, Javi, a poslije i u Australiji, Brazilu i Rusiji.

6.2.2. Proizvodnja i konzumacija čaja

Proizvodnja i konzumacija čaja diljem svijeta u stalnom su porastu. Svjetska proizvodnja čaja sa 6,3 milijuna tona u 2020. godini porasla je u 2021. godini na 6,5 milijuna tona. Kina je najveći proizvođač čaja, s udjelom od 47 % u globalnoj proizvodnji, dosegnuvši količinu od gotovo 3,1 milijuna tona proizvedenog čaja. Proizvodnja u drugom najvećem proizvođaču, Indiji, smanjila se tijekom pandemije COVID-a, ali se tijekom 2021. oporavila i dosegla 1,3 milijuna tona. Najveći udio u svjetskoj proizvodnji čine crni (60–65 %) i zeleni čaj (25–30 %), dok ostatak svjetske proizvodnje (5–15 %) otpada na druge vrste čaja. Daleko najveći proizvođač zelenog čaja je Kina (s udjelom u globalnoj proizvodnji od oko 90 %), a najveći su proizvođači crnog čaja redom: Indija, Kenija, Kina, Turska i Šri Lanka. Najveći svjetski izvoznik čaja je Kenija, a slijede Kina, Šri Lanka i Indija.

Svjetska potrošnja čaja po stanovniku porasla je za 2,5 % tijekom posljednjeg desetljeća, s izrazitim porastom u zemljama proizvođačima čaja. Pad konzumacije čaja zabilježen je na tradicionalnim uvoznim tržištima Europe, Sjeverne Amerike i Rusije. Najveća potrošnja čaja po stanovniku na svjetskoj razini je u Turskoj, a slijede Irska, Velika Britanija, Libija i Maroko (FAO, 2022).

6.2.3. Uzgoj čaja

Čaj je naziv za osušeno i posebno pripremljeno lišće biljke čaj (kineski čajevac) (*Camellia sinensis* L.), od kojeg se spravlja napitak koji se također naziva čaj. Unutar obitelji *Theaceae* postoje dva varijeteta *Camellia sinensis* var. *sinensis* i *Camellia sinensis* var. *assamica*.

Camellia sinensis var. **sinensis** uzgaja se u visokim, hladnim, planinskim krajevima središnje Kine i Japana. Raste na plantažama kao manja grmolika biljka koja se, iako može narasti do visine 3–4 metra, orezuje do polovice te visine i ima karakteristične male listove maslinastozelene boje. Naziva se još i „kineski čaj“. Ta se vrsta prerađuje u zeleni i oolong čaj.

Camellia sinensis var. **assamica** uzgaja se u vlažnim, tropskim i subtropskim predjelima sjeveroistočne Indije, te dijelu Kine i na Šri Lanki. Raste kao stablo ili grm od samo jednog izdanka, koje može narasti do visine 6–18 metara, ali se orezuje na visinu 1–2 metra. Ima karakteristične velike, široke, blijede listove. Ta se vrsta prerađuje u crni čaj.

Za kvalitetu čaja, njegov okus, aromu, ali i cijenu, od presudne su važnosti položaj plantaže i uvjeti uzgoja (toplina, vlaga, sastav tla, nadmorska visina i geografski položaj). Čaj dobro raste na nadmorskim visinama do 2500 m, a smatra se da veća nadmorska visina kao i niža temperatura daju čajeve bolje kvalitete. Iznimno vlažna klima daje urod čaja niske kvalitete, dok suha sezona daje čaj bolje kvalitete.

Grmovi čaja orezuju se tri puta godišnje kako bi se formirao željeni oblik grma i spriječio rast biljke u visinu. Tek tri do pet godina nakon sadnje mogu se ubrati prvi listovi za čaj, a listovi ubrani prije izlaska sunca smatraju se najkvalitetnijima. Berba čaja vrši se u proljeće, ljeto i jesen. Proljetna berba daje najkvalitetniji čaj, dok je jesenski čaj najslabije kvalitete.

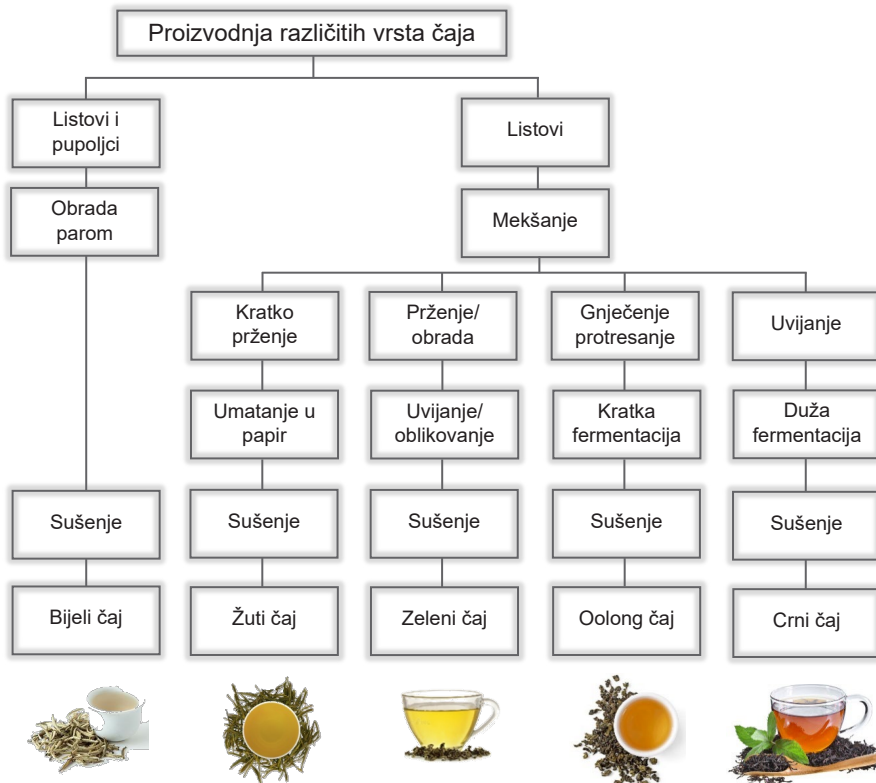
Listovi biljke čaja na površini su sjajni, dok su s donje strane mat boje. Mladi listovi i pupoljci prekriveni su svijetlim, pepeljastosivim „*paperjem*“ odakle potječe i ime koje se veže uz njih - *Pekoe* (kin. *Pak-ho* – paperje, fina dlačica). Na vrhu svake grančice formiraju se pupoljci te vrlo brzo postaju mladi listovi koji se zamataju oko sebe, stvarajući nove pupoljke. Broj ostalih listova koji se pronalazi na samoj grani i ispod formiranog pupoljka određuje kvalitetu branja: što je više listova ubrano, kvaliteta berbe je niža. Najkvalitetniji čaj dobiva se berbom pupoljka i dva lista uz njega (Franck, 2017).

6.2.4. Prerada i kemijski sastav čaja

Zbog osjetljivosti listića čaja prerada mora započeti neposredno nakon berbe i provodi se već na samoj plantaži. Za jedan kilogram suhog čaja potrebno je ubrati 4–6 kilograma svježih listova čaja. Ubrani listovi se sortiraju i podvrgavaju različitim postupcima obrade ovisno o vrsti čaja koji se želi proizvesti.

Od listova iste biljke, ovisno o načinu obrade listova, razlikuju se četiri osnovne vrste čaja sa sljedećim obilježjima prerade: bijeli čaj, čiji listovi se kratkotrajno suše, žuti i zeleni čaj, koji se nazivaju još i nefermentirani čajevi, oolong ili polufermentirani čaj te crni ili fermentirani čaj.

Pojam **fermentacija** kod čaja razlikuje se od do sada korištenog pojma fermentacije koji je opisivao proces anaerobne razgradnje šećera na alkohol i CO₂. Fermentacija čaja zapravo je proces oksidativne polimerizacije i kondenzacije katehina kataliziran endogenim enzimima: polifenol-oksidadom i peroksidazom. Produkti oksidacije (teaflavini i tearubigini) zaslužni su za boju i okus crnog čaja. Ako je enzim polifenol-oksidada aktivan, doći će do procesa fermentacije, a ako se on tijekom procesa prerade inaktivira, fermentacija se neće dogoditi (Wan i sur., 2009). Shematski prikaz proizvodnje različitih vrsta čaja dan je na slici 6.4.



Slika 6.4. Blok-shema proizvodnje različitih vrsta čaja (prerađeno prema: Wang i sur., 2009)

Bijeli čaj naziv je dobio po bijelim dlačicama s donje strane osušenog lista. Za proizvodnju se koriste listovi i pupoljci koji se samo obrađuju parom i suše. Budući da je postupak obrade vrlo jednostavan i da nema oksidacije, takav čaj nutritivno je izrazito vrijedan. Sadrži i do tri puta više antioksidansa od zelenog čaja.

Prvi je korak u obradi listova čaja, koji je zajednički pri dobivanju svih vrsta čaja osim bijelog čaja, postupak mekšanja. Osnovni je cilj **postupka mekšanja** smanjenje udjela vode u lišću sa 75–80 % na oko 62–65 %. Postupak traje 12–18 sati. S ciljem poboljšavanja tog procesa listovi se povremeno prevrću. Suvremeni postupci provode se u dugačkim tunelima, u kojima se nalaze rešetkasti stolovi na koje se stavljaju listovi, a ispod stolova struji topli zrak. Tijekom mekšanja listova dolazi do razgradnje bjelančevina do aminokiselina, intenzivira se aroma, povećava se aktivnost enzima polifenol-oksidade i smanjuje se udio klorofila.

Zeleni i žuti čaj nakon mekšanja podvrgavaju se **toplinskoj obradi** s ciljem inaktivacije enzima polifenol-oksidade, čime se zadržava zelena boja i sprečava fermentacija.

Toplinska obrada mora biti brza i ujednačena, a može se provesti prženjem ili pomoću pare. Inaktivacijom enzima osigurava se nutritivna kvaliteta čaja. Zeleni čaj prži se na višoj temperaturi nego žuti jer njegovi mladi, zeleni listovi imaju vrlo visoku aktivnost enzima, pa je potrebna viša temperatura da se oni inaktiviraju. Po završetku prženja ili obrade parom žuti čaj umata se u papir i suši, dok se zeleni čaj uvija i suši.

Crni čaj po završetku mekšanja podvrgava se procesu uvijanja. Cilj **uvijanja** je oštećivanje stanične stijenke, oslobađanje biljnih enzima i esencijalnih ulja nužnih za započinjanje procesa fermentacije. Uvijanje traje od 10 min do 1 sat (ovisno o vrsti čaja), a listovi se oblikuju u različite oblike ili komprimiraju. Uvijanje se provodi strojno pomoću posebnih uređaja. Nakon uvijanja crni čaj se podvrgava procesu fermentacije. **Fermentacija** se može odvijati u bubnjevima (25–27°C, pri vlažnosti od 95 %, u trajanju od pola sata do 3 sata) ili na dugačkim transportnim trakama. Azijski crni čaj, koji više godina sazrijeva, pa posljedično ima vrlo tamnu boju i izgledom podsjeća na kavu naziva se **pu'erh čaj** (Wan i sur., 2009).

Tijekom **fermentacije** odvijaju se sljedeći procesi: oksidacija, kondenzacija, polimerizacija te dolazi do nastanka eteričnih ulja. Kao posljedica djelovanja polifenol-oksidaze dolazi do polimerizacije jednostavnih polifenola u polimere: teaflavin i tearubigin. Za kvalitetu čaja od presudne je važnosti pravodobno zaustavljanje fermentacije. Prekratka fermentacija daje čajeve slabe arome, izraženog okusa i mirisa na travu. Predugo trajanje fermentacije dat će čajeve također loše kvalitete. Zaustavljanje fermentacije provodi se postupkom sušenja. **Sušenje** je moguće provesti na suncu ili strojno. Tijekom sušenja čaja zadržava se aromatičnost, a boja listova postaje tamnija zbog prelaska klorofila u feofitin (Wan i sur., 2009).

Smeđi čaj (oolong čaj) nakon mekšanja – dehidratacije – gnječi se protresanjem prilikom čega dolazi do kraće oksidacije (fermentacije) koja je ujedno i slabijeg intenziteta nego kod crnog čaja. Nakon kratke oksidacije provodi se sušenje. Posljedično, oolong čaj blažeg je okusa i arome te svjetlije boje u usporedbi s crnim čajem.

Gradacija čaja

Kod proizvodnje crnih čajeva, tijekom uvijanja listovi se lome, pa se odmah nakon toga obavezno moraju prosijavati te razvrstati u različite kategorije gradacije. **Gradacija** se provodi pomoću setova vibrirajućih sita različite veličine pora. Gradacija daje informaciju o finoći berbe i prerade, a vrši se na temelju: veličine lista, oblika lista, udjela nepoželjnih peteljki i udjela čajnih grančica. Gradacija lišća određuje boju, jačinu i okus čaja. Što je viši stupanj gradacije lišća, čaj je potrebno duže kuhati.

Postoje četiri gradacije čaja (Wan i sur., 2009):

- **Pekoe** – gradacija cijelih listova
- **Broken** – gradacija polomljenih listova
- **Fannings** – sitnija gradacija od broken, gradacija manjih dijelova polomljenih listova
- **Dust** – gradacija najsitnijih polomljenih djelića listova, naziva se i gradacija prašine.

Listovi najkvalitetnijih zelenih i oolong čajeva su u proizvodu za tržište cijeli i ne moraju se nužno razvrstavati, ali mogu doći također u gore navedenim gradacijama (*Pekoe*, *Broken*, *Fannings* i *Dust*).

Unutar svake gradacije dodatno se provodi razvrstavanje ovisno o tome koji se listovi (ili pupoljci) beru. Najcjedeniji su čajevi koji sadrže lisne pupoljke i njemu najbliže listove, dok se nižom kvalitetom smatraju treći i četvrti list.

Gradacije *Fannings* i *Dust* tijekom proizvodnje čaja nastaje količinski više nego gradacije cijelih listova, pa se koriste za čajevu u filter-vrećicama. Što je sitnija gradacija, to je čaj intenzivnije boje, okusa i arome. Listovi čaja nižih gradacija često se miješaju s ciljem postizanja željenog intenziteta okusa i arome prema zahtjevima tržišta. Taj posao obavljaju iskusne, posebno za taj posao educirane osobe.

Transport i čuvanje čaja

Čajevi vrhunske kvalitete dolaze na tržište s oznakom podrijetla (nekad čak i s nazivom plantaže), oznakom berbe i kvalitete listova. Budući da su listovi čaja osjetljivi, na plantaži se njima mora vrlo oprezno rukovati. Iz zemalja proizvodnje listovi se transportiraju brodovima u platnenim ili jutenim vrećama ili u velikim drvenim sanducima kako bi se očuvala aroma.

Osušeni čaj potrebno je vrlo pažljivo skladištiti jer lako upija vlagu i strane mirise. Gotov čaj ne smije imati više od 5–6 % vlage. Potrebno ga je čuvati u zatvorenim spremnicima tamne boje, zaštićenog od izvora svjetlosti i u pažljivo biranom robnom susjedstvu (primjerice ne u blizini začina).

U promet čajevi dolaze pakirani u metalne kutije, drvene kutijice, papirnate vreće (obložene nepropusnom folijom), kartonske kutije ili keramičke posude. Kvaliteta ambalažnog materijala vrlo je važna za očuvanje kvalitete čaja.

Kemijski sastav čaja

Čaj se ubraja u skupinu alkaloidnih uživala budući da iz skupine alkaloida sadrži kofein, teobromin i teofilin (Graham, 1992). Sadržaj kofeina vrlo je varijabilan, a ovisi o provedenoj fermentaciji. Što čaj duže fermentira, sadržaj kofeina je veći, pa je stoga najveći u crnom čaju. Jedna šalica crnog čaja može sadržavati i 50–70 mg kofeina.

Zeleni i crni čaj imaju vrlo složen kemijski sastav u kojem je više 300 poznatih spojeva i od kojih najveću nutritivnu važnost imaju polifenoli. **Zeleni čaj** u usporedbi s drugim vrstama bogatiji je polifenolima budući da ne prolazi proces fermentacije. Jedna šalica zelenog čaja sadrži oko 300–400 mg polifenola. Najzastupljeniji polifenoli u zelenom čaju su epigalokatehin i epigalokatehin-3-galat, dok u crnom čaju prevladavaju teaflavin i tearubigin. Upravo zbog sadržaja epigalokatehin-3-galata zelenom čaju pripisuje se zaštitno djelovanje na kardiovaskularni sustav jer povoljno djeluje na razinu kolesterola i smanjuje oksidaciju LDL kolesterola. Zeleni čaj sadrži i vitamin C te vitamine B-kompleksa, dok ih crni čaj zbog procesa fermentacije koja uzrokuje njihovu razgradnju uglavnom ne sadrži. Od minerala, čaj u znatnijoj količini sadrži samo fluor kojeg najviše ima u najstarijim listovima koji se ne upotrebljavaju pri proizvodnji kvalitetnijih čajeva. Tri šalice čaja osiguravaju čak 70 % dnevnih potreba za fluoridom (Vranešić Bender, 2017; InPharma, n.d.).

6.2.5. Čajevi na tržištu

Napici ugodnog okusa i mirisa koji se često konzumiraju mogu potjecati od biljke čaj ili od drugih biljaka, pa se u skladu s time i označavaju kao pravi čajevi, biljne infuzije ili voćni čajevi. Za razliku od pravog čaja, biljne infuzije i voćni čajevi ne sadržavaju listiće biljke čaj.

Pravi čaj je posebno pripremljeno i osušeno lišće biljke *Camellia sinensis* te napitak spravljen od njega. **Biljna infuzija** je napitak sastavljen od osušenih aromatičnih ili ljekovitih biljaka i njihovih dijelova – plodova, kore i cvjetova (biljni čaj). U tu se skupinu ubrajaju primjerice biljni čaj od kamilice, šipka, mente, lipe i sl. **Voćni čaj** proizvodi se od cvjetova, sjemenki, kore i dijelova plodova raznovrsnog voća.

Maté čaj dobiva se od listova zimzelenog drveta vrste *yerba maté* (*Ilex paraguariensis*), koje uspijeva u Brazilu, Argentini i Paragvaju, gdje se tradicionalno i konzumira taj napitak. Sadrži značajnu količinu kofeina (1–2 %), ali i teobromina i teofilina (Burris i sur., 2012; Komes, 2013a).

Rooibos čaj dobiva se od grmolike biljke (*Aspalathus linearis*) koja uspijeva samo u južnoj Africi. Naziva se još i crveni grm zbog crvene boje igličastih listova. Čaj dobiven od te biljke može doći na tržište kao nefermentirani (zeleni rooibos) ili fermentirani (crveni rooibos). Fermentirani je više zastupljen. Taj čaj ne sadrži kofein, ima niži sadržaj tanina nego crni ili zeleni čaj, ali je bogat polifenolima (Joubert i Schulz, 2006).

6.2.6. Zdravstveni učinci konzumacije čaja

Za zdravstvene učinke konzumacije čaja najvažniji su polifenoli, čiji se udio kreće od 20 do 30 % suhe tvari. **Polifenola** ima najviše u zelenom čaju, gdje su zastupljeni polifenoli iz skupine katehina (epigalokatehin). Zdravstveni učinci redovite konzumacije zelenog čaja potvrđeni su kroz brojne epidemiološke studije. Pokazano je da osobe koje redovito konzumiraju zeleni čaj imaju manju učestalost pojave nekih sijela karcinoma (pluća, debelog crijeva, želuca, grla, bubrega, dojke i gušterače (Koo i Cho, 2004), manje obolijevaju od bolesti srca i jetre te imaju manju učestalost pojave pretilosti i dijabetesa tipa 2 (Chacko i sur., 2010).

Neovisno o potencijalnim pozitivnim zdravstvenim učincima, konzumacija velikih količina crnog ili zelenog čaja može imati i negativne učinke na zdravlje, i to zbog triju faktora: količine kofeina, toksične količine aluminija i negativnog učinka polifenola na bioraspoloživost željeza.

Listovi čaja imaju sposobnost akumulacije olova ako je on prisutan u okolini, pa učinak tako akumuliranog olova može biti potencijalno toksičan. Također, katehini prisutni u zelenom čaju mogu vezati željezo iz hrane i tako negativno djelovati na njegovu bioraspoloživost (Costa i sur., 2002; Hamdaoui i sur., 2003).

Maté čaju također se pripisuju ljekovita svojstva kao što su antimikrobno djelovanje, antioksidativni potencijal te stimulacija središnjega živčanog sustava. Redovita konzumacija Maté čaja pokazala je pozitivne učinke kod prevencije pretilosti, kardiovaskularnih bolesti te dijabetesa. U Južnoj Americi Maté čaj pije se pomoću slamke iz posebnih posuda izrađenih od tikvica (Burris i sur., 2012).

6.3. Kakao

6.3.1. Povijesni pregled uzgoja i prerade kakaovca

Kakao-zrna su osušene fermentirane sjemenke ploda kultiviranih vrsta biljke kakaovac (*Theobroma cacao*). Korijen botaničkog naziva te biljke leži u riječima koja se mogu prevesti kao „hrana bogova“. Upravo taj naziv znak je poštovanja prema drevnim Astecima koji su vjerovali u božansko podrijetlo biljke kakaovac. Riječ „čokolada“ dolazi od meksičkog (asteškog) naziva pića pripremljenog iz sjemenki kakaovca.

Pradomovinom kakaovca smatraju se prašume Južne Amerike, Brazila i Venezuele. Davno prije nego je otkrićem Amerike kakaovac prenesen u Europu, tu su biljku uzgajali drevni narodi: Maje, Asteci i Inke. Asteci su kao napredna civilizacija imali razvijenu poljoprivredu u kojoj je kakaovac bio vrlo važna kultura. Kakao-zrna sušili su na suncu i suha zrna zatim pržili u glinenim posudama. Nakon što bi se uklonila ljuska kakao-jezgra stavljala se u udubljeni kamen i mljela pomoću drugoga kamena. Tekuća masa miješala se s kukuruzom, začinima i oblikovala u pogaču. Za pripremu napitka čokolade, odlomio bi se dio pogače i smrvio uz dodatak vode. Dobiveni napitak posluživao se na kraljevskom dvoru. Kakao-zrna koristila su se i kao valuta pomoću koje su se plaćala pojedina dobra.

Iako su većinu tih zapisa na pamučnim platnima ili koži uništili španjolski osvajači, ostao je sačuvan *Mendoza Codex*, koji se danas čuva u Oxfordu, a koji sadrži brojne porezne popise. Na tim su popisima između ostalog prikazani sanduci, posude i količine kakao-pogače od kojih se pripremao napitak čokolada.

Iako je Kristofor Kolumbo prvi donio u Europu kakao-zrna, njihova prava vrijednost nije odmah otkrivena. Tek kada su španjolski osvajači početkom 16. stoljeća započeli s osvajanjem područja Srednje i Južne Amerike i zauzeli palaču Asteškog kralja, otkrili su brižno čuvanu tajnu pripreme napitka čokolade. Povratkom u Španjolsku donijeli su kakao-pogaču za pripremu napitka. Španjolci su postupak proizvodnje dugo držali u tajnosti te imali monopol na opskrbu ostatka Europe. Iz Španjolske običaj uživanja u kakao-napitku preselio se u ostale dijelove Europe, pa je tako u Londonu 1650. godine otvorena prva kuća čokolade. Kakao-pogača godinama se izrađivala ručno ili uz pomoć jednostavnih strojeva, ali otkrićem parnog stroja započinje intenzivan razvoj industrije čokolade. U 19. stoljeću izum kondenziranog mlijeka potaknuo je proizvodnju mliječne čokolade (Goldoni, 2004).

6.3.2. Uzgoj kakaovca, proizvodnja kakao-zrna i konzumacija kakao-proizvoda

Kultivacija kakaovca za preradu počinje podizanjem plantaža u Nikaragvi, Gvatemali, Hondurasu i Meksiku u 16. stoljeću. Iako je kakaovac s vremenom iz Srednje i Južne Amerike prenesen na Daleki istok (u Aziju i Oceaniju) i Afriku, do 20. stoljeća glavni proizvođači i izvoznici kakao-zrna bile su zemlje Srednje i Južne Amerike. Neposredno prije Drugoga svjetskog rata primat preuzimaju zemlje zapadne Afrike koje su i danas najveći proizvođači (Šimunac, 2002).

Uzgoju kakaovca pogoduje vlažna klima (70–80 % vlažnosti tijekom dana i 90–100 % vlažnosti tijekom noći), te temperatura 18–32°C. Kakaovac se uzgaja u geografskom području 10° sjeverno i južno od ekvatora, na nadmorskoj visini od oko 300 m. Stabla mogu narasti do visine 10 m, najčešće u sjeni ostaloga visokog drveća (Afoakwa, 2010).

Tri su glavna područja uzgoja kakaovca i prerade kakao-zrna: zapadna Afrika, jugoistočna Azija te Srednja i Južna Amerika (slika 6.5.).



Slika 6.5. Područja uzgoja kakaovca (ICCO, n.d.).

Danas se oko 75 % svjetske proizvodnje kakao-zrna odvija upravo u Africi, a slijede Srednja i Južna Amerika (oko 19 %) te Azija (6 %) (tablica 6.3.). Najveći pojedinačni proizvođači su Obala Bjelokosti i Gana. Iako najveća količina kakao-zrna koja dolazi na svjetsko tržište potječe iz Afrike, kvalitetnijim se smatraju zrna iz Srednje i Južne Amerike. Podaci o konzumaciji kakaa i proizvoda u bazi FAOSTAT šturi su, a iz njih je vidljivo da su najveći potrošači proizvoda od kakaa europske zemlje (0,15 kg/stanovnik/godišnje).

Tablica 6.3. Proizvodnja i konzumacija kakao-zrna i kakao-proizvoda u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (1000 t) (FAOSTAT, 2019; ICCO, 2022)

| | Proizvodnja (1000 t) | Konzumacija (kg/stanovnik/godišnje) |
|--|-------------------------|--|
| Svijet | 4 741 | 0,02 |
| Afrika | 3 549 | 0,01 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 909 | - |
| Azija | 283 | - |
| Australija i Novi Zeland | - | - |
| Europa | - | 0,15 |
| Hrvatska | - | - |

6.3.3. Prerada kakaovca i kemijski sastav kakao-zrna

Plodovi kakaovca tijekom dozrijevanja mijenjaju boju od zelene do različitih nijansi crvenosmeđe, ovisno o varijetetu i genotipu. Postoje tri sorte kakaovca čije se sjemenke u današnje vrijeme najviše prerađuju, a to su: *Forastero*, koji je najčešće korišten i zauzima čak 90 % globalne potrošnje kakaa, zatim *Criollo*, koji je manje zastupljen i koristi se samo za proizvodnju najfinije čokolade te *Tritario*, koji je hibrid tih dviju vrsta (Wilson i Hurst, 2015).

Plod kakaovca u fazi zrelosti izduženog je oblika, veličine 15–25 cm, težine 400–500 g. Građen je od kore, srži i sjemenki. Kora je debela, a unutar bijele, sluzave srži nalazi se 30 do 40 kakao-sjemenki (slika 6.6.). Nakon dozrijevanja plodovi se skidaju sa stabla, rasijecaju na dvije polovice, a iz srži se pomoću drvene žlice vade sjemenke (Afoakwa, 2010).



Slika 6.6. Plodovi kakaovca na stablu i unutrašnja bijela srž zrelog ploda kakaovca (Fotografije: www.pixabay.com)

Sjemenke se poslije branja podvrgavaju procesu fermentacije. **Fermentacija** traje 5–14 dana tijekom kojih dolazi do kemijskih promjena važnih za formiranje okusa, arome i značajki kakao-zrna važnih za daljnju preradu. Fermentacija se odvija u dvije faze.

U prvoj fazi uz pomoć kvasaca odvija se alkoholno vrenje, pri čemu se fermentabilni šećeri razgrađuju na etanol i CO₂. Ta se faza odvija anaerobno (bez pristupa kisika). Druga faza fermentacije je aerobna (u prisutnosti kisika) i u njoj se uz intenzivno miješanje razvijaju octene bakterije, koje pretvaraju etanol u octenu kiselinu. U toj se fazi događaju još neke promjene poput smanjenja pH, hidrolize bjelančevina, raspoređivanja pigmentnih tvari te aktivacije enzima. Svi ti postupci pridonose razvoju značajki kakao-zrna važnih za daljnju preradu.

Nakon fermentacije sjemenke se suše na suncu ili u sušarama. Sušenjem se zaustavlja enzimatska aktivnost, odvijaju se složene biokemijske reakcije koje uzrokuju nastanak boje, okusa i mirisa kakao-zrna. Sasušena kakao-zrna dužine su 2–2,5 cm, a težine 1,0–1,4 grama.

Kakao-zrna pakiraju se potom u jutene vreće po 65 kg, a budući da su za preradu kakao-zrna potrebni drugačiji uvjeti nego za njihov uzgoj, sušena zrna transportiraju se k proizvođačima kakaovih prerađevina (Goldoni, 2004). Najvažnija proizvodna zona za preradu kakaovih prerađevina nalazi se u regiji Zaan u okolici Amsterdama. Amsterdam je ujedno i najveća izvozna luka kakao-zrna i prerađevina od kakaovih prerađevina, iz koje se opskrbljuje ostatak svijeta (Šimunac, 2002).

Kemijski sastav kakao-zrna

Voda se u sirovom kakao-zrnu nalazi u količini od oko 60 %, a tijekom procesa sušenja udio se smanjuje na oko 5 %. **Masti** je najznačajniji sastojak kakao-zrna i njezin velik udio umnogome razlikuje kakao od ostalih sjemenki. Masti se u kakao-zrnu sastoje od oko 60 % zasićenih masnih kiselina (palmitinska, stearinska), oko 30 % jednostruko nezasićenih masnih kiselina (oleinska), dok su ostatak višestruko nezasićene masne kiseline.

Bjelančevine kakao-zrna su albumini, globulini, prolamini i glutelini. Te su bjelančevine prekursori tvari arome i boje kakao-zrna. **Ugljikohidrati** su prisutni u obliku škroba, celuloze i šećera. **Minerali** sadržani u jezgri kakao-zrna su magnezij, kalij i fosfor. **Vitamini** u kakao-zrnu ima u zanemarivim količinama. U vrlo malim količinama prisutni su vitamini A, D, E te vitamini B-kompleksa (tablica 6.4.).

Tablica 6.4. Prosječni sastav jezgre sušenog kakao-zrna u 100 g (prerađeno prema: Gavrilović, 2011)

| Hranjiva tvar | Količina | Hranjiva tvar | Količina |
|------------------|----------|---------------------|----------|
| Voda (g) | 5 | Škrob (g) | 6 |
| Masti (g) | 50–55 | Celuloza (g) | 9 |
| Bjelančevine (g) | 11,8–14 | Šećeri (g) | 1 |
| Teobromin (g) | 1,2–1,6 | Taninske tvari (g) | 6 |
| Kofein (g) | 0,2–0,3 | Mineralne tvari (g) | 2,6–4 |
| Polifenoli (g) | 6 | Vitamini | - |

Alkaloidi (kofein i teobromin) su metilesteri ksantina, a njihov sadržaj ovisi o vrsti kakaovca te načinu i trajanju fermentacije. Dominantni alkaloid u kakao-zrnu je teobromin.

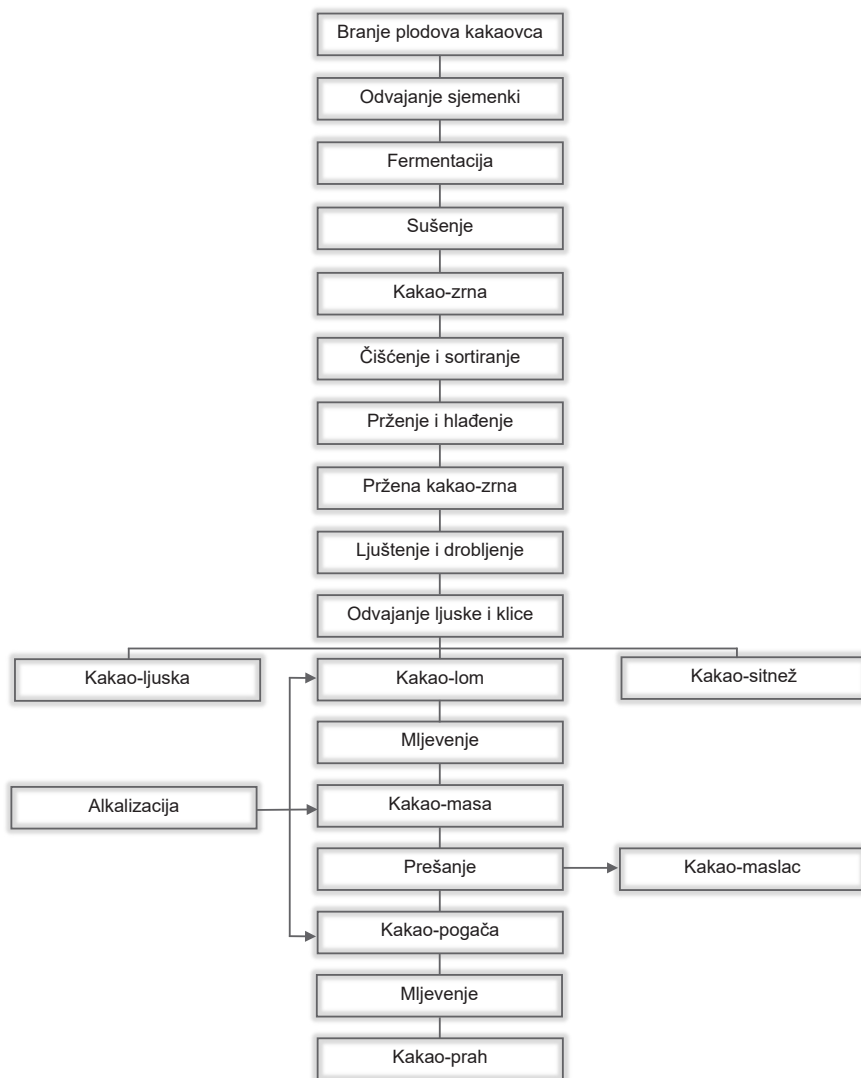
Polifenoli se nalaze u pigmentnim stanicama, a sadržaj im je varijabilan ovisno o vrsti kakaovca. Polifenolima je najbogatija vrsta kakaovca *Forastero*. U kakao-zrnu nalaze se polifenoli iz podskupine flavonoida: katehini ili flavan-3-oli (oko 37 %), antocijanini (oko 4 %) i proantocijanidi (oko 58 %) (Gavrilović, 2011).

6.3.4. Kakao-proizvodi i čokolada

Fermentirana i osušena kakao-zrna prerađuju se nizom postupaka u poluproizvode koji se koriste u slastičarskoj i konditorskoj industriji. Shematski prikaz nastavka prerade kakao-zrna u proizvode od kakaa dan je na slici 6.7.

Nakon dopreme sušenih zrna u tvornicu za preradu kako-zrna prvi korak je čišćenje zrna od mehaničkih onečišćenja (kamenčići, grančice, komadići užeta i sl.). Čišćenje se provodi strojno. Zrna se potom prže na temperaturi 115–140°C dvadesetak minuta. O pravilnom prženju uvelike ovisi kvaliteta kakao-proizvoda. Prženjem se također odstranjuju lako hlapive tvari koje mogu biti nositelji neugodnog okusa i mirisa.

Pržena zrna potom se ljušte, pri čemu se uklanjaju ljuska i klica i dobiva se kakao-lom. **Kakao-lom** je očišćena jezgra kakao-zrna bez ljuske i klice. Prilikom tog postupka izdvaja se i kakao-sitnež. **Kakao-sitnež** je fina usitnjena mješavina kakao-jezgre, kakao-ljuske i klice koja nastaje prilikom ljuštenja prženoga kakao-zrna.



Slika 6.7. Blok-shema prerade kakao-zrna u proizvode od kakaa (prerađeno prema: Goldoni, 2004)

Kakao-lom potom se melje, pri čemu nastaje žitka, gusta, viskozna tekuća masa koja se naziva **kakao-masa**. Gusta, polutekuća kakao-masa preša se na povišenoj temperaturi (200°C) i tlaku od 550 bara, pri čemu se izdvaja kakao-maslac, a zaostaje (bezmasna) **kakao-pogača**. Kakao-pogača iz koje je uklonjen kakao-maslac potom se melje i dobiva se **kakao-prah** (slika 6.7).

U suvremenim tehnologijama prerade, kakao-masa i/ili kakao-pogača mogu se podvrgnuti i procesu alkalizacije. **Alkalizacija** podrazumijeva obradu lužnatim medijem (kalijev karbonat, kalcijev karbonat ili natrijev hidroksid) pri povišenoj temperaturi. Taj postupak ima prvenstveno za cilj razvoj specifične arome i boje kakao-proizvoda, a primjenjuje se najčešće za proizvodnju kakao-praha koji se koristi kao kakao-napitak. Tako obrađeni kakao-prah ima bolju topljivost u vodenim sustavima (npr. kakao-prah u mlijeku). Postupak alkalizacije najčešće se povezuje s Nizozemskom, što je često istaknuto na proizvodu (*Dutch process cocoa*) (Goldoni, 2004).

Čokolada

Za izradu čokolade mogu se upotrijebiti svi prethodno opisani poluproizvodi obrade kakao-zrna: kakao-masa, kakao-maslac, kakao-prah i kakao-lom, uz dodatak šećera u prahu, mlijeka u prahu i dr., ovisno o vrsti čokolade koja se želi proizvesti.

Čokolada je proizvod dobiven od kakao-proizvoda i šećera te mora sadržavati najmanje 35 % ukupne suhe tvari kakao-dijelova, a njih treba činiti najmanje 18 % kakao-maslaca i najmanje 14 % bezmasne suhe tvari kakao-dijelova (Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva, 2005).

Proizvodnja čokolade odvija se u tri glavna koraka: priprema čokoladne mase, usitnjavanje (valcanje) i oplemenjivanje (končiranje) (Šimunac, 2002; Goldoni, 2004; Afoakwa, 2010; Gutiérrez, 2017).

Priprema čokoladne mase podrazumijeva miješanje sastojaka čokoladne smjese (kakao-maslac, kakao-masa, šećer u prahu, mlijeko u prahu i dodaci). Miješanje traje najčešće oko 20–30 minuta i dobiva se „sirova“ čokoladna masa grube strukture koja se mora dalje obrađivati do finog usitnjavanja.

Usitnjavanje (valcanje) je postupak u kojem se mehanički usitnjavaju krute čestice bezmasne suhe tvari čokoladne mase s ciljem postizanja glatke teksture tj. osjeta potpune topljivosti i punoće okusa pri konzumaciji čokoladnih proizvoda. Postupak se provodi u uređajima s više valjaka (3 ili 5) kroz koje prolazi čokoladna masa, pri čemu postaje sve finije strukture, a krute čestice postaju sve sitnije. S posljednjeg valjka skida se praškasta čokoladna masa i prelazi u sljedeću fazu – proces oplemenjivanja (končiranja).

Oplemenjivanje (končiranje) je završna faza u izradi čokoladne mase tijekom koje se odvija niz fizikalnih i kemijskih procesa. Ti procesi dovode do razvijanja potpune čokoladne arome koja se već počinje razvijati tijekom fermentacije i prženja kakao-zrna, a završno se oblikuje tijekom končiranja. Postupak se provodi u posebnim uređajima – končama u kojima se čokoladna masa drži u stalnom pokretu. Tijekom toga postupka čokoladnoj masi mijenja se viskoznost, veličina i oblik krutih čestica, vlažnost i kiselost. Energičnim i dugotrajnim miješanjem (postupak može trajati 12 do 36 sati) uz prozračivanje i lagano zagrijavanje postiže se savršena homogenost sastava čokoladne mase. Nakon procesa oplemenjivanja čokoladna masa otprema se u grijane spremnike na završnu fazu – stvrdnjavanje, oblikovanje i temperiranje.

Postupkom končiranja završena je izrada čokoladne mase, tj. razvijena je željena čokoladna aroma i postignuta fina homogenost strukture. Čokolada se nadalje čuva u spremnicima na približno 50°C (tzv. temperiranje) uz miješanje. Iz tekuće čokolade posebnim se tehnološkim postupcima i oblikovanjem u kalupima izrađuju različiti čokoladni proizvodi.

Nakon oblikovanja čokolada se hladi i pakira (Šimunac, 2002; Goldoni, 2004; Afoakwa, 2010; Gutiérrez, 2017).

Danas potrošači imaju na raspolaganju velik izbor čokolada koje se razlikuju po udjelu suhe tvari kakao-dijelova koji se kreću od 25 % (mliječna čokolada) do 99 % (tamna čokolada). Uz dobro poznate dodatke (lješnjaci, keksi, bademi, grožđice i dr.) gotovo da nema sastojka koji se ne može ugraditi u čokoladu kao dodatak (primjerice sol, papar, đumbir, pivo, vino, mrkva, koštice buče i sl.). **Bijela čokolada** nije čokolada u pravom smislu jer ne sadrži kakao-masnu, pa zato nema niti specifičan okus. Proizvodi se od kakao-maslaca, mlijeka i vanilije uz dodatak lecitina i šećera (Komes, 2013b).

6.3.5. Zdravstveni učinci konzumacije kakao-proizvoda

Kakao-proizvodi bogat su izvor vrijednih antioksidansa iz skupine polifenola, kojima se posljednjih godina pripisuju pozitivni učinci na zdravlje. Epidemiološke i kliničke studije potvrdile su da upravo zahvaljujući sadržaju polifenola, suplementacija kakaom i čokoladom može imati pozitivne učinke na oksidaciju lipoproteina male gustoće (LDL-lipoproteini) i s time povezanim pozitivnim učincima na srce i krvožilni sustav. Pozitivni učinci na zdravlje pripisuju se antioksidativnom djelovanju, sniženju krvnog tlaka, smanjenju inzulinske rezistencije te modulaciji imunoloških funkcija i upalnih procesa (Afoakwa, 2010). Povećanje udjela suhe tvari kakao-dijelova u čokoladi rezultira povećanjem udjela polifenola, ali i izraženijom gorčinom čokolade. Čokolada uz male količine kofeina (10 mg u 40 g mliječne čokolade) sadrži puno više teobromina (64 mg u 40 g mliječne čokolade) koji djeluje kao blagi stimulator središnjega živčanog sustava, blagi diuretik te bronhodilatator (Komes, 2013b). Konzumacijom čokolade oslobađa se u organizmu feniletilamin, koji u mozgu djeluje kao neurotransmiter, čime se objašnjava djelovanje čokolade na poboljšanje raspoloženja (Afoakwa, 2010).

Proizvođači čokolade slijede trendove na tržištu, pa se sve češće mogu naći i čokolade modificiranog sastava (sa smanjenim udjelom šećera, s vrlo visokim udjelom suhe tvari kakao-dijelova, sa zamjenskim sladilima, obogaćene vitaminima, probioticima i sl.) (Komes, 2013b).

6.4. Literatura

- Afoakwa, E. O. (2010): *Chocolate Science and Technology*. John Wiley & Sons, West Sussex.
- Andreeva, E. Y., Dmitrienko, S. G., Zolotov, Y. A. (2012): Methylxanthines: properties and determination in various objects. *Russian Chemical Reviews* 81(5), 397-414.
- Anzueto, F., Baumann, T. W., Graziosi, G., Piccin, C. R., Söndahl, M. R., van der Vossen, H. A. M. (2005): *The plant. U: Espresso Coffee*, 2. izd. (ur. Illy, A., Vianni, R.). Academic Press, Cambridge, 21-86.
- Belitz, H.-D., Grosch, W., Schieberle, P. (2004): *Coffee, Tea, Cocoa. U: Food Chemistry*. Springer, Berlin, 939-969.
- Burris, K. P., Harte, F. M., Davidson, P. M., Stewart Jr., C. N., Zivanovic, S. (2012): Composition and bioactive properties of Yerba maté (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.): A review. *Chilean Journal of Agricultural Research* 72, 268-275.
- Chacko, S. M., Thambi, P. T., Kuttan, R., Nishigaki, I. (2010): Beneficial effects of green tea: A literature review. *Chinese medicine* 5, 13.
- Clarke, R. J. (2003): *Coffee – roast and ground. U: Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition*, 2. izd. (ur. Caballero, B., Trugo, L., Finglas, P. M.). Academic Press, Cambridge, 1487-1493.
- Costa, L. M., Gouveia, S. T., Nóbrega, J. A. (2002): Comparison of heating extraction procedures for Al, Ca, Mg, and Mn in tea samples. *Analytical Sciences* 18, 313-318.
- Debry, G. (1994): *Coffee and Health*. John Libbey Eurotext, Montrouge.
- Doepker, C., Franke, K., Myers, E., Goldberger, J. J., Lieberman, H. R., O'Brien, C., Peck, J., Tenenbein, M., Weaver, C., Wikoff, D. (2018): Key findings and implications of a recent systematic review of the potential adverse effects of caffeine consumption in healthy adults, pregnant women, adolescents, and children. *Nutrients* 10, 1536.
- EFSA – European Food Safety Authority (2010): Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to niacin and reduction of tiredness and fatigue (ID 47), contribution to normal energy-yielding metabolism (ID 51), contribution to normal psychological functions (ID 55), maintenance of normal blood flow (ID 211), and maintenance of normal skin and mucous membranes (ID 4700) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. Dostupno na: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/1757>. Pristupljeno: 11. 5. 2021.
- EFSA – European Food Safety Authority (2011): Scientific Opinion on the substantiation of health claims related to caffeine and increased fat oxidation leading to, a reduction in body fat mass (ID 735, 1484), increased energy expenditure leading to, a reduction in body weight (ID 1487), increased alertness (ID 736, 1101, 1187, 1485, 1491, 2063, 2103) and increased attention (ID 736, 1485, 1491, 2375) pursuant to Article 13(1) of Regulation (EC) No 1924/2006. Dostupno na: <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/2054>. Pristupljeno: 11. 5. 2021.
- EFSA – European Food Safety Authority (2015): Scientific Opinion on the safety of caffeine, Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA). *EFSA Journal* 13, 4102.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations (2022): International tea market: market situation, prospects and emerging issues. Dostupno na: <https://www.fao.org/3/cc0238en/cc0238en.pdf>. Pristupljeno: 10. 11. 2022.

- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database (2019): Food Balances (2010-). Dostupno na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. Pristupljeno: 4. 10. 2022.
- Farah, A. (2012): Coffee constituents. U: Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention (ur. Chu, Y.-F.), John Wiley & Sons, Hoboken, 21-58.
- Franck (n.d.): Franckpedija. Dostupno na: <https://www.franck.eu/hr/franckpedija>. Pristupljeno: 15. 9. 2022.
- Franck (2017): Što je to *Camellia sinensis*. Dostupno na: <https://www.franck.eu/hr/inspiracija/price/sto-je-to-camellia-sinensis/>. Pristupljeno: 4. 10. 2022.
- Gavrilović, M. (2011): Tehnologija konditorskih proizvoda. Mlinpek zavod, Novi Sad.
- Goldoni, L. (2004): Tehnologija konditorskih proizvoda. Kugler, Zagreb.
- Graham, H. N. (1992): Green tea composition, consumption, and polyphenol chemistry. *Preventive Medicine* 21, 334-350.
- Grosch, W. (2001): Chemistry III: Volatile compounds. U: Coffee, Recent Developments (ur. Clarke, R. J., Vitzthum, O. G.). Wiley-Blackwell, Hoboken, 68-89.
- Guenther, H., Hoenicke, K., Biesterveld, S., Gerhard-Rieben, E., Lantz, I. (2010): Furan in coffee: pilot studies on formation during roasting and losses during production steps and consumer handling. *Food Additives & Contaminants: Part A* 27, 283-290.
- Guertin, K. A., Lofffield, E., Boca, S. M., Sampson, J. N., Moore, S. C., Xiao, Q., Huang, W.-Y., Xiong, X., Freedman, N. D., Cross, A. J., Sinha, R. (2015): Serum biomarkers of habitual coffee consumption may provide insight into the mechanism underlying the association between coffee consumption and colorectal cancer. *The American Journal of Clinical Nutrition* 101, 1000-1011.
- Gutiérrez, T. J. (2017): State-of-the-art chocolate manufacture: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16, 1313-1344.
- Hamdaoui, M. H., Chabchoub, S., Hédhili, A. (2003): Iron bioavailability and weight gains to iron –deficient rats fed, a commonly consumed Tunisian meal “bean seeds ragout” with or without beef and with green or black tea decoction. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* 17, 159-164.
- Hatzold, T. (2012): Introduction. U: Coffee: Emerging Health Effects and Disease Prevention (ur. Chu, Y.-F.). John Wiley & Sons, Hoboken, 1-20.
- Homma, S. (2001): Chemistry II: Non-Volatile Compounds, Part II. U: Coffee, Recent Developments (ur. Clarke, R. J., Vitzthum, O. G.). Wiley-Blackwell, Hoboken, 50-67.
- Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje* (2021): Uživala. Leksikografski zavod Miroslav Krleža, 2020. Dostupno na: <https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=63594>. Pristupljeno 26. 1. 2021.
- ICCO – International Cocoa Organization (n.d.): Growing Cocoa. Dostupno na: <https://www.icco.org/growing-cocoa/> Pristupljeno: 3. 3. 2021.
- ICCO – International Cocoa Organization (2022): Production of Cocoa Beans. ICCO Quaterly Bulletin of Cocoa, Vol. 18, Br.3.
- InPharma (n.d.): Sinergističko djelovanje sastavnica zelenog čaja. Dostupno na: <http://www.inpharma.hr/index.php/news/155/22/Sinergisticko-djelovanje-sastavnica-zelenog-caja>. Pristupljeno: 4. 10. 2022.

- Joubert, E., Schulz, H. (2006): Production and quality aspects of rooibos tea and related products. A review. *Journal of Applied Botany and Food Quality* 80, 138-144.
- Komes, D. (2013a): Kofein ili tein. U: 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani (ur. Šatalić, Z.). Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, Zagreb, 40-41.
- Komes, D. (2013b): Čokolada – hrana bogova. U: 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani (ur. Šatalić, Z.). Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, Zagreb, 53-56.
- Koo, M. W. L., Cho, C. H. (2004): Pharmacological effects of green tea on the gastrointestinal system. *European Journal of Pharmacology* 500, 177-185.
- Lantz, I., Ternité, R., Wilkens, J., Hoenicke, K., Guenther, H., van der Stegen, G. H. D. (2006): Studies on acrylamide levels in roasting, storage and brewing of coffee. *Molecular Nutrition & Food Research* 50, 1039-1046.
- Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodnog gospodarstva (2005): Pravilnik o kakau i čokoladnim proizvodima, Narodne novine 73.
- Petracco, M. (2001): Technology IV: Beverage Preparation: Brewing Trends for the New Millennium. U: Coffee, Recent Developments (ur. Clarke, R. J., Vitzthum, O. G.). Wiley-Blackwell, Hoboken, 140-164.
- Petracco, M. (2005): The Cup. U: Espresso Coffee – The Science of Quality, 2. izd. (ur. Illy, A., Viani, R.). Elsevier Academic Press, Oxford, 290-315.
- Poole, R., Kennedy, O. J., Roderick, P., Fallowfield, J. A., Hayes, P. C., Parkes, J. (2017): Coffee consumption and health: umbrella review of meta-analyses of multiple health outcomes. *British Medical Journal* 359, j5024.
- Specialty Cafètiere (2021): Single origin coffee. Dostupno na: www.specialtycafetiere.com/single-origin-coffee-and-mixed-blend/. Pristupljeno: 15. 9. 2022.
- Šimunac, D. (2002): Čokolada – Uvijek tako dobra – knjiga o čokoladi. Grafem, Zagreb.
- Šimunac, D. (2004): Knjiga o kavi. Grafem, Zagreb.
- Thurston, R. W. (2013): Caffeine. U: Coffee: A Comprehensive Guide to the Bean, the Beverage, and the Industry (ur. Thurston, R. W., Morris, J., Steiman, S.). Rowman & Littlefield, Lanham, 385-387.
- Vranešić Bender, D. (2017): Priča o čaju. Dostupno na: <https://vitamini.hr/blog/vitaminoteka/prica-o-caju-12800/>. Pristupljeno: 4. 10. 2022.
- Wan, X., Li, D., Zhang, Z. (2009): Green Tea and Black Tea: Manufacturing and Consumption. U: Tea and Tea Products – Chemistry and Health-Promoting Properties (ur. Ho, C.-T., Lin, J.-K., Shahidi, F.). CRC Press, Boca Raton, 1-8.
- Wilson, P. K., Hurst, W. J. (2015): Chocolate and Health: Chemistry, Nutrition and Therapy. The Royal Society of Chemistry, Cambridge.

7. VINO



7. VINO

Vino se zajedno s pivom ubraja u skupinu alkoholnih pića. Zajednička je značajka te skupine da se proizvode alkoholnom fermentacijom (vrenjem) koju provode kvasci u škrobnim ili šećernim sirovinama. Sadržaj alkohola u alkoholnim pićima kreće se u granicama od 2 do 15 % vol. alkohola.

Sirovine za alkoholnu fermentaciju mogu potjecati od voća, povrća, žitarica ili bilo koje druge namirnice koja sadrži dovoljnu količinu šećera da se provede alkoholna fermentacija. Najčešće korištene sirovine su: grožđe i drugo voće, kukuruz, ječam, zob, krumpir, šećerna repa i melasa.

Alkoholna fermentacija (vrenje) je proces kojim iz glukoze pod djelovanjem kvasca nastaje alkohol etanol, uz oslobađanje ugljikovog dioksida (CO₂) i topline. Koncentracija nastalog etanola ovisi o koncentraciji šećera u sirovini i o uvjetima provedbe postupka.

Alkoholna fermentacija prikazuje se sljedećom kemijskom jednadžbom:



Specifičnost kvasca je da je to jedini mikroorganizam koji može prelaziti iz faze disanja (aerobno, u prisutnosti kisika) u fazu vrenja (anaerobno, bez prisutnosti kisika) (Zamora, 2009; Orlić i Jeromel, 2010).

7.1. Povijesni pregled uzgoja vinove loze, definicija vina i vinarstva

Prvi arheološki podaci o proizvodnji vina sežu u razdoblje prije 7 500 godina. Smatra se da je uzgoj vinove loze i razvoj vinarstva započeo na području južnoga Kavkaza koje obuhvaća današnju sjeverozapadnu Tursku, sjeverni Irak, Azerbajdžan i Gruziju. S Kavkaza se uzgoj vinove loze proširio preko Palestine i Sirije do Egipta i Mezopotamije, a poslije i po cijelom Mediteranu. U 16. stoljeću europski kolonizatori prenijeli su vinovu lozu u Meksiko, Argentinu i Čile. U 17. stoljeću započinje uzgoj vinove loze u Južnoj Africi i Kaliforniji, a u 19. stoljeću u Australiji.

Danas su vinogradi smješteni uglavnom u umjerenim klimatskim zonama. Oko 70 % vinograda nalazi se u Europi, premda po količini i kvaliteti postaju sve zastupljenija i vina iz područja tzv. Novog svijeta – Australija, Novi Zeland, Čile, Argentina i Južnoafrička Republika (Orlić i Jeromel, 2010).

Vino je proizvod stvarne alkoholne jakosti od najmanje 8,5 % vol., dobiven potpunom ili djelomičnom alkoholnom fermentacijom izmuljanoga ili cijeloga svježeg grožđa ili mošta.

Vinarstvo je gospodarska djelatnost koja se bavi proizvodnjom vina i proizvoda od grožđa i vina, a obuhvaća sve postupke od odabira grožđa do punjenja vina u boce. Prostorija u kojoj se obavlja prerada grožđa, njega i uskladištenje ili čuvanje vina naziva se **vinski podrum**. Optimalna temperatura u podrumu je 11–13°C u kombinaciji s relativnom vlažnošću koja iznosi 80–85 %.

Podrumarstvo je dio vinarstva koji se bavi gradnjom i održavanjem podruma, odabirom i održavanjem podrumskog posuđa, alata, naprava i uređaja kao i problemom funkcionalnosti podrumskih prostora.

Enologija je znanost o kultiviranju vinove loze te proizvodnji i čuvanju vina. Začetnikom enologije kao znanstvene grane smatra se Louis Pasteur, budući da se njemu pripisuju prvi znanstveni dokazi o procesu alkoholne fermentacije.

Od ukupne svjetske proizvodnje vina, koja iznosi nešto više od 269 milijuna hl, najviše vina proizvodi se u Europi (60,32 %), a slijede Sjeverna, Srednja i Južna Amerika (20,79 %) te Azija (9,24 %) (tablica 7.1.). Najveći svjetski proizvođači vina su Italija i Francuska, a slijede Sjedinjene Američke Države, Kina, Australija i Čile (FAOSTAT, 2019).

Tablica 7.1. Proizvodnja (hl) i konzumacija vina (l/stanovnik/godišnje) u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (FAOSTAT, 2019)

| | Proizvodnja (hl) | Konzumacija (l/stanovnik/godišnje) |
|--|---------------------|---------------------------------------|
| Svijet | 269 601 520 | 3,1 |
| Afrika | 10 998 180 | 0,4 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 56 037 430 | 5,5 |
| Azija | 24 914 460 | 0,8 |
| Australija i Novi Zeland | 15 033 200 | 17,9 |
| Europa | 162 618 230 | 17,9 |
| Hrvatska | 432 680 | 14,1 |

Najviše vina konzumira se u Europi i u Australiji (17,9 l/stanovnik/godišnje). Hrvatska je s konzumacijom od 14,1 l/stanovnik/godišnje malo ispod europskog prosjeka (tablica 7.1.). Pojedinačne zemlje s najvećom konzumacijom vina su Luksemburg (63,6 l/stanovnik/godišnje) i Francuska (40,4 l/stanovnik/godišnje) (FAOSTAT, 2019).

7.2. Zemljopisna područja uzgoja vinove loze u Republici Hrvatskoj

Prema prirodnim uvjetima za uzgoj, zemljopisna područja uzgoja vinove loze Republike Hrvatske dijele se na: vinogradarske zone, regije, podregije, vinogorja i vinogradarske položaje (Hrvatski sabor, 2019).

Vinogradarska zona je vinorodno područje koje karakteriziraju slični klimatski uvjeti i za koju su u skladu s propisima Europske unije utvrđeni posebni enološki postupci. Oznake zona su: A, B, C1, C2, C3, a i C3 b.

Vinogradarska regija je najveća administrativno-organizacijska jedinica koja predstavlja zemljopisno područje sa sličnim klimatskim i pedološkim uvjetima, a koji zajedno s agrobiološkim čimbenicima utječu na glavna kvalitativna obilježja grožđa, mošta i vina proizvedenih na tom području.

Područje Republike Hrvatske dijeli se u četiri vinogradarske regije (slika 7.1.): Slavonija i hrvatsko Podunavlje; Hrvatska Istra i Kvarner; Dalmacija te Središnja bregovita Hrvatska.

Vinogradarska podregija je manja administrativno-organizacijska jedinica unutar vinogradarske regije koja predstavlja zemljopisno ograničeno područje sa sličnim klimatskim i pedološkim uvjetima, sličnim sortimentom i ostalim agrobiološkim uvjetima koji omogućuju proizvodnju grožđa, mošta i vina, specifičnih svojstava karakterističnih za podregiju.

U vinogradarskoj regiji Slavonija i hrvatsko Podunavlje podregije su, s jedne strane, Slavonija, a s druge hrvatsko Podunavlje. Regija Hrvatska Istra i Kvarner ima podregije hrvatska Istra i Kvarner. Regija Dalmacija dijeli se na tri podregije: sjeverna Dalmacija, Dalmatinska zagora te srednja i južna Dalmacija. Najviše podregija ima regija Središnja bregovita Hrvatska, a to su: Moslavina, Prigorje-Bilogora, Zagorje-Međimurje, Plešivica i Pokuplje (Ministarstvo poljoprivrede, 2022).

Vinogorje je osnovna vinogradarska jedinica unutar vinogradarske podregije, a koja predstavlja manje zemljopisno područje s vrlo ujednačenim klimatskim i pedološkim uvjetima, sortimentom i ostalim agrobiološkim uvjetima koji omogućuju proizvodnju grožđa, mošta i vina, specifičnih svojstava karakterističnih za to vinogorje.

Vinogradarski položaj je zemljopisno ograničen dio vinogorja s pogodnim okolišnim uvjetima s obzirom na klimu, tlo, nadmorsku visinu, ekspoziciju, kao i sortiment, koji omogućuje proizvodnju grožđa, mošta i vina koji se po kakvoći i organoleptičkim svojstvima razlikuju od istih proizvoda iz drugih proizvodnih područja unutar iste podregije. Vinogradarski položaj može se odnositi na: naselje ili skup naselja te skup ili dio katastarskih općina. U označavanju vina koja nose zaštićenu oznaku izvornosti ili zaštićenu oznaku zemljopisnog podrijetla proizvođači mogu isticati nazive vinogradarskih položaja koji su upisani u Vinogradarski registar (Hrvatski sabor, 2019).

U odnosu na zemljopisna područja uzgoja vinove loze u Republici Hrvatskoj hrvatska vina mogu nositi oznaku zaštićene oznake izvornosti i zaštićene oznake zemljopisnog podrijetla. Zaštićene oznake izvornosti dodjeljuju se na razini vinogradarske podregije, vinogorja i vinogradarskog/vinogradarskih položaja, dok se zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla dodjeljuje na razini vinogradarske regije (Hrvatski sabor, 2019).



Slika 7.1. Vinogradarske regije Republike Hrvatske (HGK – Udruženje vinarstva, n.d.)

Zaštićena oznaka izvornosti (ZOI) je naziv regije, određenog mjesta ili u iznimnim slučajevima zemlje, koji se koristi za označavanje proizvoda čija kakvoća i karakteristike, u bitnom ili isključivo, nastaju pod utjecajem posebnih prirodnih i ljudskih čimbenika određene zemljopisne sredine. Grožđe za proizvodnju tih proizvoda mora biti od vinskih sorti koje pripadaju vrsti *Vitis vinifera*, te moraju potjecati isključivo s toga zemljopisnog područja. Za dobivanje oznake nužno je da se proizvodnja odvija u tom zemljopisnom području.

Zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla (ZOZP) je naziv regije, određenog mjesta ili u iznimnim slučajevima zemlje, koji se koristi za označavanje proizvoda koji ima specifičnu kakvoću, ugled ili druga obilježja koja se pripisuju njegovom zemljopisnom podrijetlu, pri čemu najmanje 85 % grožđa za proizvodnju tih proizvoda potječe isključivo s tog zemljopisnog područja. Grožđe za proizvodnju mora biti od vinskih sorti koje pripadaju vrsti *Vitis vinifera* ili križancima *Vitis vinifera* s drugim vrstama roda *Vitis*. Za dobivanje oznake nužno je da se proizvodnja odvija u tom zemljopisnom području (Hrvatski sabor, 2019; Ministarstvo poljoprivrede, 2022).

7.3. Prerada grožđa u vino

Vinifikacija je niz radnji kojima se grožđe prerađuje u vino, a sastoji se od: berbe grožđa, dopreme grožđa do podruma, runjenja i muljanja grožđa, cijeđenja i tiještenja masulja, sulfitoranja masulja i mošta, alkoholne fermentacije (vrenja) mošta ili masulja, pretakanja vina, njege i obrade vina te punjenja vina u boce (Herjavec, 2019).

Grozđ je plod vinove loze sastavljen od peteljkovine i bobica. Vanjski omotač bobice zove se pokožica. Pokožica je nosač boje i mirisnih tvari, a sjemenke koje se nalaze u središnjem dijelu bobice sadrže enološko ulje i tanine. Pokožica na sebi ima mašak ili vosak na kojem se zadržavaju spore kvašćevih stanica. Te se kvašćeve stanice u povoljnim uvjetima aktiviraju i mogu provesti spontanu alkoholnu fermentaciju.

Berba grožđa su poslovi odvajanja grozdova grožđa od trsa vinove loze. Početak berbe, njezino trajanje i završetak najviše ovise o stupnju zrelosti, zdravstvenom stanju grožđa i vremenskim prilikama, ali i o opsegu posla, raspoloživosti radne snage i tehnike, mogućnosti prihvata grožđa u podrumu i dr. Berba grožđa može se obavljati ručno ili strojno.

Tijekom dozrijevanja grožđa dolazi do smanjenja ukupnih kiselina, povećavanja udjela šećera te formiranja tvari boje i arome. Kod bijelih sorti dolazi do pretvorbe klorofila u karotenoide i ksantofile, dok kod crnih sorti nastaju pigmentne tvari – antocijani. Završetkom te faze postiže se **puna zrelost grožđa**. Puna zrelost grožđa najčešće se poklapa s tzv. **tehnološkom (industrijskom) zrelošću**, koja označava sadržaj šećera i kiselina idealnih za proizvodnju vina određenog tipa (Herjavec, 2019). Trenutak početka berbe grožđa za preradu u vino razlikuje se ovisno o sorti grožđa, uvjetima uzgoja (*terroir*³⁸) i godini (McKay i sur., 2011).

Budući da sadržaj šećera u grožđu određuje samo potencijalnu količinu alkohola u vinu, u novije vrijeme kod određivanja trenutka berbe vinari više pozornosti posvećuju drugim parametrima, a ne samo sadržaju šećera i kiselina u grožđu. Tako se za trenutak branja bijelih sorti grožđa određuje **aromska zrelost**, koja opisuje sadržaj aromatskih spojeva u grožđu. Nakon što prestane povećanje sadržaja šećera, i dalje se u bobici formiraju tvari arome. Kod branja crnih sorti grožđa može se odrediti i **fenolna zrelost**, koja opisuje optimalni odnos količine antocijana u pokožici i taninskih spojeva u sjemenkama i pokožici bobica za pojedini tip vina (Herjavec, 2019). Nakon berbe grožđe je potrebno što prije transportirati do podruma i bez odgađanja započeti s njegovom preradom.

Ako se grožđe ostavi na trsu, dolazi do dodatnog povećanja koncentracije šećera u bobicama koje je praćeno i isparavanjem vode pa se ta faza naziva **prezrelost grožđa**. Prezrelost grožđa može biti praćena i razvojem plemenite plijesni. Prezrelo grožđe koristi se u proizvodnji specijalnih vina.

Za proizvodnju kvalitetnih vina vrši se **probiranje grožđa**, pri čemu se uklanjaju nepoželjne primjese (lišće, dijelovi grančica vinove loze i sl.), natrule ili jako oštećene bobice, nezrele ili sasušene bobice ili bilo koji drugi dijelovi koji su neodgovarajuće kvalitete.

³⁸ *Terroir*: pojam koji opisuje jedinstvenost sveobuhvatnih čimbenika koji utječu na kvalitetu grožđa i vina (tlo, reljef, mikroklimatski uvjeti i dr.).

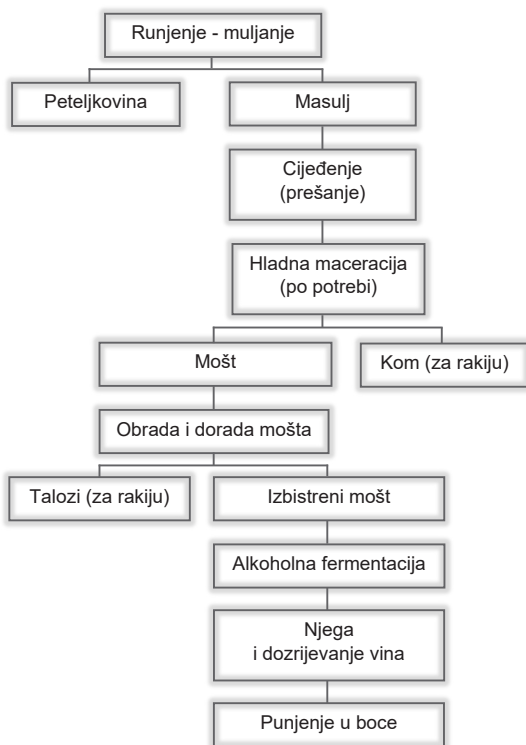
Prvi korak u procesu prerade grožđa u vino mehaničke je prirode, a naziva se runjenje i muljanje. Grožđu se najprije odvoji peteljkovina od bobica, pri čemu treba paziti da se ne oštete čvrsti dijelovi grožđa i bobica (peteljka, pokožica i sjemenke). Taj se postupak naziva **runjenje**. Bobice se potom **muljaju** postupkom koji je identičan gnječenju, a pri kojem dolazi do odvajanja tekuće faze (soka) od krute faze (pokožica i sjemenke).

Muljanjem krutih dijelova mošt se obogaćuje taninima (iz peteljke, pokožice i sjemenki). Muljanje se kod stolnih vina provodi prije runjenja, dok se kod visokokvalitetnih vina provodi uvijek nakon runjenja. Danas su najčešće u upotrebi centrifugalne muljače u kojima se paralelno provodi i runjenje i muljanje. Nakon runjenja i muljanja dobiva se **masulj**, koji predstavlja smjesu tekućih i krutih sastojaka grožđa.

Osnovna je razlika u proizvodnji bijelih i crnih vina u tome što se za proizvodnju bijelih vina masulj preša, čime se dobiva mošt, koji se podvrgava alkoholnoj fermentaciji, dok se kod proizvodnje crnih vina alkoholna fermentacija odvija u masulju. Nakon provedene alkoholne fermentacije sva se vina podvrgavaju postupcima njege prije punjenja u boce (Herjavec, 2019).

7.3.1. Proizvodnja bijelih vina

Bijela vina čine najveći dio svjetske i domaće proizvodnje i potrošnje vina. Suvremeno tržište preferira bijela vina svjetlije zelenkastožute boje, atraktivnih cvjetnih i voćnih mirisa, umjerene do srednje koncentracije alkohola dobro izbalansiranog s ukupnom kiselosti, duga i zaobljena okusa. Bijela vina u pravilu su suha okusa, sadrže manje od 4 g/l neprevrelog šećera, a njihova harmoničnost i pitak okus u najvećoj mjeri ovise o dobro usklađenom odnosu alkohola i ukupne kiselosti (Herjavec, 2019). Za proizvodnju bijelih vina grožđe se nakon runjenja i muljanja preša dok se ne odvoji sok (mošt) koji se bistri i zatim podvrgava alkoholnoj fermentaciji (slika 7.2.).



Slika 7.2. Blok-shema proizvodnje bijelih vina (izrada autorice)

Cijeđenje (prešanje) masulja

Nakon dobivanja masulja on se pomoću crpki prebacuje u preše u kojima se pod tlakom izdvaja sok – mošt. U tu se svrhu mogu koristiti mehaničke, hidrauličke ili pneumatske preše.

Prva frakcija, za koju se mošt odvaja slobodnim padom (bez primjene tlaka), naziva se samotok, dok se poslije ovisno o primijenjenom tlaku dobivaju različite frakcije preševine. Cilj je te faze dobiti što više samotoka budući da ta frakcija predstavlja najkvalitetniji dio mošta jer istječe iz središnjeg dijela bobice. Samotok je bistar i sadrži malo suspendiranih tvari.

Preostali sok u masulju (oko 50 %) odvaja se primjenom tlakova različitih intenziteta, pri čemu se dobivaju različite frakcije preševine. Frakcije preševine sadrže više suspendiranih tvari, antocijana, tanina i tvari arome ekstrahiranih iz pokožice. Sklonije su oksidiranju, imaju manju kiselost te više sluzavih tvari.

Kemijski sastav mošta varijabilan je i ovisi o sorti te kvaliteti grožđa. Sastav mošta značajno utječe na tijek fermentacije, a time i na kvalitetu gotovog proizvoda.

Prosječan kemijski sastav mošta je (Orlić i Jeromel, 2010):

- Voda: 75–85 %
- Šećeri: 17–25 %
- Organske kiseline: 0,4–1,2 %
- Anorganske tvari: 0,15–3 %
- Ostale tvari: 0,3–1,0 %

Količina šećera u grožđu ili moštu prediktor je količine alkohola koji će nastati tijekom alkoholne fermentacije. Udio alkohola u vinu (% vol.) dobiva se množenjem količine šećera u moštu (g/l) faktorom 0,059. Ako je u moštu prisutno primjerice 20 % šećera (200 g/l), može se očekivati da će vino sadržavati 11,8 % vol. alkohola (200 x 0,059) (McKay i sur., 2011). Stvarne vrijednosti obično su nešto niže od izračunatih.

Ponekad se prije odvajanja mošta od masulja provodi tzv. hladna maceracija masulja. Cilj je **hladne maceracije masulja** istaknuti sortnu aromu ili intenzitet obojenja bijelih vina. Iz tog se razloga taj postupak provodi najčešće kod grožđa aromatičnih sorti. Provodi se na način da se masulj prije cijeđenja ili prešanja ostavlja određeno vrijeme (1–4 sata) na temperaturi nižoj od 15°C da ne bi počela fermentacija. Trajanje hladne maceracije individualno je i specifično za svaku sortu i svakog vinara. Po završetku hladne maceracije sok se odvaja od komine i nastavljaju se daljnji postupci proizvodnje bijelog vina (slika 7.2.) (Orlić i Jeromel, 2010; Herjavec 2019).

Obrada i dorada mošta

Nakon cijeđenja i prešanja dobiva se mošt koji prije alkoholne fermentacije prolazi različite postupke obrade i dorade koji utječu na kvalitetu budućeg vina. Najčešće korišteni **postupci obrade** mošta su: sumporenje (sulfitiranje), hlađenje i taloženje. **Postupci dorade** mošta uključuju popravak kemijskog sastava i kupažiranje (Orlić i Jeromel, 2010; McKay i sur., 2011; Herjavec, 2019).

Sumporenje (sulfitiranje) mošta ima za cilj zaštitu mošta od oksidacije, inaktivaciju oksidativnih enzima, inaktivaciju prirodne mikroflore (divlji kvasci, bakterije, plijesni) te taloženje čestica mutnoće. Kao sredstvo za sumporenje najčešće se koristi kalijev-metabisulfit (preparat komercijalnog naziva vinobran), ali se mogu koristiti i sumporasta kiselina (5–6 % otopina) ili plinoviti SO₂ (Orlić i Jeromel, 2010).

Hlađenje mošta ima za cilj usporavanje neželjenih oksidacijskih procesa, budući da se oni znatno sporije odvijaju na nižim temperaturama (primjerice na 12°C).

Taloženje mošta ima za cilj uklanjanje čestica mutnoće koje mogu potjecati od spora, plijesni, zemlje, ostataka sredstava za zaštitu, dijelova pokožice, peteljki i sl. Taloženje se može provesti kao spontano ili korištenjem postupaka kao što su filtracija, centrifugiranje, primjena proteolitičkih enzima ili dodatak sredstva za bistrenje (bentonit). Spontano taloženje najčešće traje 24–48 sati, dok su ostali postupci brži.

Popravlak kemijskog sastava provodi se s ciljem korekcije sadržaja šećera ili kiselina. Korekcija sadržaja šećera (došećeravanje ili doslađivanje) provodi se ili dodatkom šećera ili dodatkom koncentriranog mošta. Na taj se način može djelovati na povećanje koncentracije alkohola u vinu.

Kupažiranje (rezanje, sljublivanje) postupak je miješanja moštova dviju ili više sorti grožđa, a provodi se s ciljem dobivanja određene kvalitete mošta.

Alkoholna fermentacija

Nakon obrade i dorade te izdvajanja taloga izbistreni mošt puni se u prethodno pripremljene posude za provođenje alkoholne fermentacije – vinifikatore ili fermentore. Te posude mogu biti različitih izvedbi: drvene bačve, inoks ili betonski spremnici, cisterne i sl. (slika 7.3.).



Slika 7.3. Spremnici od inoksa (Fotografija: T. Pavlešić)

Prilikom punjenja posuda ostavlja se 20 % praznog prostora koji je nužan budući da se prilikom burnog vrenja mošt zagrijava i širi, a nastali CO₂ izaziva burno pjenjenje. Kada ne bi bilo ostavljenog praznog prostora, mošt bi tijekom fermentacije izlazio iz posude, što predstavlja rizik za gubitak mošta. Na vrh spremnika stavlja se vrelnjača.

Vrelnjača je uređaj koji ima za cilj sprečavanje ulaska kisika u vinifikator uz istodobno omogućavanje izlaska CO₂ nastalog tijekom alkoholne fermentacije. Služi također kao pokazatelj intenziteta fermentacije (slika 7.4.).

Alkoholna fermentacija počinje već nakon 24 sata ako mošt nije jako sumporen, a temperatura je viša od 15°C. Fermentacija kod bijelih vina ne bi trebala trajati duže od 12 dana. Alkoholna fermentacija pročišćenog mošta može se provesti kao spontana ili dirigitirana (usmjerena) fermentacija.



Slika 7.4. Vrelnjača (Fotografija: T. Pavlešić)

Spontana alkoholna fermentacija provodi se pomoću mikroorganizama prirodno prisutnih na površini pokožice. Takva se fermentacija zbog nekontrolabilnih uvjeta odvija sporije, pa je krajnji produkt fermentacije vino neujednačene kvalitete i veće sklonosti kvarenju (Orlić i Jeromel, 2010).

Kontrolirana alkoholna fermentacija podrazumijeva dodatak selekcioniranoga kvasca te kontrolu uvjeta fermentacije (prvenstveno temperature). Brojni proizvođači kvasaca provode selekcijske postupke uzgoja kultura i na tržište ih dostavljaju u formi suhoga aktivnog vinskog kvasca. Prednost je toga postupka dobivanje vina bolje kvalitete, očuvanje aromatskih svojstava te dobivanje svježijih vina (s više otopljenog CO₂).

Nakon dodatka selekcioniranih kvasaca mošt se povremeno prozračuje kako bi se potaknuo rast i razmnožavanje kvasaca. Intenzitet fermentacije ovisi o udjelu šećera i o temperaturi. Više šećera i viša temperatura rezultirat će bržom fermentacijom. Temperatura alkoholne fermentacije ne bi trebala prelaziti 20°C, a optimalnim rasponom temperature smatra se 15–18°C. Budući da tijekom fermentacije dolazi do povišenja temperature, potrebno je provoditi hlađenje s ciljem održavanja poželjne temperature.

Alkoholna fermentacija odvija se u tri faze: početna faza, faza burne fermentacije (burno vrenje) i faza tihe fermentacije (ticho vrenje – doviranje).

Početna faza alkoholne fermentacije odvija se u prisutnosti kisika (aerobna faza) koji omogućava intenzivan rast i razmnožavanje kvasčevih stanica. Na moštu je zbog intenzivne aktivnosti kvasaca vidljivo stvaranje pjene praćeno šumom. Šum se čuje kao posljedica oslobađanja CO₂. Ta faza ovisno o uvjetima (temperatura i sadržaj šećera) traje od nekoliko sati do nekoliko dana.

Faza burne fermentacije (burno vrenje) odvija se bez prisutnosti kisika (anaerobna faza). U toj se fazi uslijed aktivnosti kvasaca intenzivno razgrađuje šećer i nastaje alkohol. Proces je praćen povišenjem temperature, pa je vrlo važno osigurati mogućnost hlađenja sustava i održavanja konstantne temperature (8°C–15°C/20°C).

Danas se s ciljem hlađenja koriste spremnici koji imaju ugrađene rashladne sustave. Ako se ne provodi hlađenje i temperatura se povisi na više od 30°C, vrenje teče jako burno, a nastali CO₂ prilikom izlaska povlači za sobom hlapljive tvari (najčešće voćne tvari arome) i alkohol, što narušava kvalitetu vina. Trajanje burnog vrenja je 4–8 dana.

Faza tihe fermentacije (tiho vrenje – doviranje) ona je u kojoj se zbog povećanog udjela stvorenog alkohola smanjuje aktivnost kvasaca i dio kvašćevih stanica odumire te započinje proces njihovog taloženja. U toj je fazi obavezno nadolijevanje spremnika zbog slabijeg oslobađanja CO₂. Dužina trajanja tihog vrenja ovisi o količini neprevrelog šećera. Kod mošta s uobičajenim udjelom šećera od oko 20 % tiho vrenje traje još 10–30 dana nakon burnog vrenja (McKay i sur., 2011).

Količina alkohola u vinu stvorena alkoholnom fermentacijom naziva se **stvarna alkoholna jakost**, a izražava se kao volumni postotak alkohola (% vol. alk.). Brojčana vrijednost alkoholne jakosti može se izraziti kao cijeli postotak ili kao polovica postotka (npr. 12,0 % vol. ili 12,5 % vol.). Na oznaci na boci može stajati: *stvarna alkoholna jakost*, *stvarni alkohol* ili kratica *alk*.

Tehnologija Sur lie

Sur lie naziv je za tradicionalnu francusku tehnologiju podrijetlom iz Burgundije, gdje se najviše i primjenjuje, i to za sortu *chardonnay*. Riječ je o tehnologiji u okviru koje se vina nakon fermentacije u *barrique*³⁹ bačvama drže na talogu nekoliko mjeseci. Talog su stanice kvasca koje apsorbiraju kisik osiguravajući polaganu i kontroliranu oksidaciju tijekom dozrijevanja vina. Miješanjem taloga s vinom (*bâttonage*) potencira se autoliza⁴⁰ kvasaca, što izravno utječe na senzorska svojstva vina. Posljedično, u vino se ekstrahiraju brojni spojevi iz kvašćevih stanica, ali i iz dužica bačve. Vina proizvedena na taj način skladna su, bogatog okusa i arome te stabilnija upravo zahvaljujući interakciji vina, produkata razgradnje kvašćevih stanica i drveta.

7.3.2. Proizvodnja crnih vina

Crna vina razlikuju se od bijelih bojom, mirisom i okusom, ali i kemijskim sastavom jer u odnosu na bijela vina sadrže veću količinu spojeva podrijetlom iz čvrstih dijelova bobice. Budući da se crna vina proizvode maceracijom i fermentacijom masulja, sadrže antocijane i značajno veće koncentracije fenolnih spojeva, mineralnih i ostalih sastojaka u odnosu na bijela vina. Maceracija masulja osnovni je razlog specifičnosti i razlika u kemijskom sastavu i senzorskim svojstvima između crnih i bijelih vina.

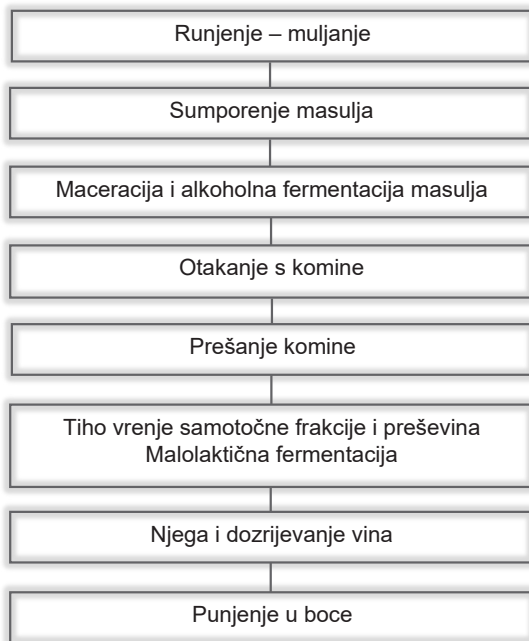
Potrošači kod crnih vina najprije zapažaju njihovu boju, dok je miris važan, ali ne i dominantan čimbenik izbora. Vrhunska kvaliteta crnih vina podrazumijeva dobru strukturu i uravnotežen okus bez gorčine (Herjavec, 2019). Za razliku od bijelih vina, u proizvodnji crnih vina nakon runjenja i muljanja vrši se maceracija, a alkoholna fermentacija provodi se u masulju. Tehnologija proizvodnje crnih vina više je usmjerena na ekstrakciju željenih fenolnih spojeva nego na sintezu i očuvanje aromatskih spojeva.

Grožđe dopremljeno na preradu najprije se podvrgava prethodno opisanom postupku runjenja i muljanja nakon čega se pristupa sumporenju masulja. **Sumporenje masulja** ima za cilj selekciju kvasaca, poticanje procesa maceracije te smanjivanje oksidacije boje. Vrlo je važno da sumpor tijekom procesa bude ravnomjerno raspoređen u masulju.

³⁹ *Barrique*: drvena bačva zapremine 225 l, čije su dužice s unutarnje strane paljene. Tijekom dozrijevanja vina u takvim bačvama u vinu se odvijaju složeni procesi esterifikacije i ekstrakcije vanilina i tanina te oksidacija.

⁴⁰ Autoliza: samorazgradnja stanica.

Sljedeće faze u proizvodnji crnih vina su: maceracija i alkoholna fermentacija masulja, otakanje djelomično prevrelog vina s komine, prešanje komine, tiho vrenje samotočne frakcije i preševine te malolaktična fermentacija, njega i dozrijevanje vina, a zatim punjenje u boce (slika 7.5.).



Slika 7.5. Blok-shema proizvodnje crnih vina (izrada autorice)

Maceracija masulja

Maceracija masulja tehnološki je postupak koji podrazumijeva kraći ili duži kontakt tekuće i čvrste frakcije masulja tijekom kojega se postupno izdvajaju pojedini sastojci iz krutih dijelova grožđa, prvenstveno iz pokožice, ali i iz sjemenki. U proizvodnji crnih vina primarna je ekstrakcija fenolnih tvari (antocijana i tanina) koje sudjeluju u formiranju strukture i boje vina, ali tijekom maceracije dolazi i do izdvajanja aromatskih tvari, dušičnih spojeva i minerala.

Za intenzitet boje crnih vina odgovorne su tvari boje – antocijani. **Antocijani** su kod većine vinskih sorti smješteni u stanicama pokožice, a samo su kod nekih sorti prisutni i u mesu bobice (npr. kod sorti Modra frankovka i Gamay bojitelj). Tanini iz grožđa utječu na strukturu i skladnost okusa vina.

Dužina maceracije i način njezina provođenja od velikog su značaja za kakvoću crnih vina. Maceracija se u klasičnim načinima proizvodnje najčešće provodi paralelno s alkoholnom fermentacijom. Tijekom alkoholne fermentacije faktori kao što su: povišena temperatura, dodani sumpor, nastali alkohol i dr. potiču razgradnju staničnih stijenki pokožice, čime pridonose boljoj ekstrakciji tvari boje. Tijekom maceracije u mošt prijeđe 20–30 % ukupnog antocijana iz pokožice. Uobičajeno maceracija traje 5–8 dana, a to se uglavnom poklapa s trajanjem burne alkoholne fermentacije.

Od 8. do 10. dana udio antocijana više ne raste, ali taninske tvari prelaze u mošt tijekom cijelog trajanja maceracije. Upravo se zato za dobivanje teških vina bogatih taninima, za koja je predviđeno dugo sazrijevanje, maceracija provodi i znatno duže (10–14 dana).

Takva su vina nakon odležavanja trpkija, opora i manje harmonična. Maceracija za proizvodnju laganijih vina traje kraće (3–4 dana).

Osim tijekom alkoholne fermentacije maceracija se može provesti i prije alkoholne fermentacije i to je tzv. **predfermentativna maceracija** (provodi se postupkom termovinifikacije ili hladne maceracije). Maceracija se također može provesti i poslije alkoholne fermentacije, to je tzv. **postfermentativna maceracija**, koja se provodi kroz produženi kontakt s pokožicom.

Alkoholna fermentacija

Alkoholna fermentacija koja se odvija usporedo s maceracijom može biti, ovisno o vrsti posuda u kojem se provodi, otvorena (u otvorenom posudu, uz slobodan pristup velike količine zraka) i zatvorena (u zatvorenom posudu bez pristupa zraka).

Otvorena fermentacija najstariji je način proizvodnje crnih vina iz kojeg su potekli suvremeni postupci proizvodnje. Danas se taj način koji zahtijeva puno ručnog rada najčešće koristi u manjim vinarijama. Prednosti toga načina su: bolja dostupnost kisika, što omogućava bolje razmnožavanje kvasaca i lakšu fermentaciju, dok je nedostatak veliki kontakt površine s kisikom, što povećava opasnost od oksidacije. Također, pri takvom načinu proizvodnje gubi se više alkohola, ali je i ekstrakcija boje slabija.

Zatvorena fermentacija odvija se u hermetički zatvorenim spremnicima opremljenima uređajima za hlađenje. Podrazumijeva istodobno provođenje maceracije i alkoholne fermentacije. Tijekom fermentacije i maceracije masulja važno je spriječiti pristup zraka čvrstoj frakciji masulja (komini) kako ne bi došlo do štetnih oksidacijskih procesa i razvoja neželjenih mikroorganizama.

Posude za fermentaciju (fermentor) velikog su volumena, cilindričnog oblika i najčešće izrađene od inoksa. Velikog su kapaciteta i zahtijevaju velike količine grožđa. Često su operacije automatizirane, pa se takvi uređaji zovu autovinifikatori. U kontinuiranim fermentorima supstrat se dodaje konstantnom brzinom ili u redovitim intervalima. Istovjetne količine prevrelog masulja izlaze iz fermentora, pa se tako postiže konstantni volumen.

U trenutku otakanja djelomično prevrelog vina s komine fermentacija najčešće nije u potpunosti završena. Iz fermentora se izdvaja samotočna frakcija, a komina preša i nakon toga nastupa faza tihe alkoholne fermentacije (tiho vrenje – doviranje).

Tiho vrenje može se odvijati u tankovima od inoksa, u velikim drvenim bačvama ili u *barrique* bačvama. Kod proizvodnje crnog vina tijekom te faze odvija se i malolaktična fermentacija (McKay i sur., 2011).

Malolaktična fermentacija biološki je proces pretvorbe jabučne kiseline u mliječnu, a vinari diljem svijeta tradicionalno je koriste u proizvodnji crnih vina. U proizvodnji bijelih vina koristi se rjeđe (uglavnom za sortu *chardonnay*). Provode je malolaktične bakterije (bakterije malolaktičnog vrenja) koje imaju sposobnost djelovanja pri velikoj koncentraciji etanola i kiselina te mogu metabolizirati brojne spojeve u vinu. Temeljni je rezultat njihovog djelovanja pretvorba L-malata u L-laktat. Malolaktična fermentacija rezultira smanjenjem kiselosti, boljom stabilnošću te promijenjenom aromom vina (Jackson, 2008).

Vina s visokom ukupnom kiselošću u pravilu sadrže veće koncentracije jabučne kiseline koja im daje grub, previše kiseo i neharmoničan okus. Nasuprot tome, vina u kojima je završila malolaktična fermentacija više ne sadrže jabučnu nego mliječnu kiselinu, okus im je mekši, blaži i zaobljeniji, a aroma znatno kompleksnija nego kod vina u kojima nije nastupila ta vrsta fermentacije. Po završetku malolaktične fermentacije crno vino se kao i bijelo podvrgava postupcima njege vina (Agroklub, 2021).

7.3.3. *Proizvodnja ružičastih vina*

Ružičasta vina (ružice, opolo) po kemijskom su sastavu i senzorskim svojstvima kategorija vina između bijelih i crnih. Okusom i kemijskim sastavom sličnija su bijelim vinima, a bojom su sličnija crnim vinima. Opisuju se kao lagana, pitka, svježija, umjerenih koncentracija alkohola. Proizvode se od crnih sorti grožđa, i to najčešće od onih koje sadrže manje antocijana.

Boja tih vina kreće se od veoma svijetle (boja crvenog luka), preko boje trešnje, pa do zagasitih nijansi, odnosno do ružičastih vina koja se bojom približavaju crnima. Posebno su cijenjena ružičasta vina boje lososovog mesa. Ružičasta vina mogu se proizvoditi na dva načina: tehnologijom koja je slična proizvodnji bijelih vina ili tehnologijom koja je slična proizvodnji crnih vina.

Tehnologijom proizvodnje koja je slična proizvodnji bijelih vina mogu se dobiti ružičasta vina od svjetlijih nijansi do srednje obojenih. U tom postupku provodi se runjenje i muljanje crnoga grožđa, masulj se sumpori i ocjeđuje, a dobiveni samotok vrlo je svijetle boje. Ocijeđeni masulj potom se preša, a samotok se podvrgava alkoholnoj fermentaciji zajedno s različitim udjelima frakcije preševine.

Tehnologijom proizvodnje koja je slična proizvodnji crnih vina dobivaju se ružičasta vina tamnijih nijansi ružičaste boje koja ide sve do crvene boje. U proizvodnji tih vina, nakon runjenja i muljanja dobiveni masulj podvrgava se hladnoj maceraciji. Pri tom postupku, koji obično traje 3–24 sata, ekstrahira se boja, čiji intenzitet ovisi o dužini maceracije. Masulj se potom ocjeđuje, preša i nastavlja se s preradom kao u postupku proizvodnje crnih vina (Puhelek, 2010).

7.3.4. *Proizvodnja narančastih vina*

Narančasta vina (*Orange*) ime su dobila po specifičnoj boji koja se može nalaziti u širokom spektru od ružičaste preko intenzivno narančaste do bakrene. Boja je posljedica specifičnog postupka proizvodnje koji uključuje dugotrajnu maceraciju. Maceracija se može provoditi danima, tjednima, pa i mjesecima. Uz maceraciju koja se provodi na temperaturi okoline, odvija se i alkoholna fermentacija, pri čemu tvari iz pokožice prelaze u mošt.

Poslije provedene maceracije, alkoholne i malolaktične fermentacije, narančasto vino ostavlja se dozrijevati nekoliko godina na talogu. Dozrijevanje se provodi ili u drvenim bačvama ili u amforama. Intenzitet boje i arome ovise o dužini i uvjetima dozrijevanja.

Narančasta vina specifična su po svojem bogatom okusu i izraženoj mineralnosti. U okusu narančastih vina osjećaju se oksidativne note koje se opisuju aromom limuna i naranče, svježega žutocrvenog voća (naranča, breskva, dunja), prženih orašastih plodova i suhe cedrovine. Za razliku od bijelih vina, narančasta vina imaju jako izražene tanine.

7.3.5. *Njega i dozrijevanje vina*

Po završetku alkoholne fermentacije mlado vino je zamučeno, intenzivnog mirisa po kvascima i nerazvijenog okusa i arome. Da bi vino postiglo sortna svojstva i željenu kakvoću, mora odležati određeno vrijeme tijekom kojega se odvijaju fizikalno-kemijske promjene koje utječu na kakvoću vina.

Njega vina uključuje sljedeće postupke: nadolijevanje posuđa, pretakanje, kupažiranje, stabilizaciju i bistrenja, filtraciju i dozrijevanje vina (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

Nadolijevanje posuđa nužno je provesti budući da tijekom fermentacije dolazi do smanjenja volumena vina kao posljedica hlapljenja. Nakon završene alkoholne fermentacije posuda s vinom mora uvijek biti puna te je nužno nadopunjavati je vinom koje je što sličnijih svojstava onome koje se proizvodi.

Ako se nadolijevanje ne provodi na odgovarajući način, tj. ako u posudi ostane praznog prostora, u prisutnosti zraka može doći do neželjene oksidacije.

Pretakanje vina ima za cilj odvajanje bistrog vina od taloga, aeraciju i uklanjanje stranih mirisa te homogenizaciju vina s ciljem izjednačavanja sastava vina u vinskom posuđu. Pretakanje vina može se provoditi uz prisutnost zraka (otvoreni pretok) ili bez prisutnosti zraka (zatvoreni pretok).

Pretakanje vina u prvoj godini provodi se s ciljem pokretanja, ubrzanja i djelomičnog završetka niza fizikalno-kemijskih i biokemijskih procesa odgovornih za kakvoću vina. Najvažniji je prvi pretok, koji se najčešće provodi 7–10 dana po završetku fermentacije. Tijekom prvog pretoka bistro vino odvaja se od taloga (kvaščeve stanice, otpaci čvrstih dijelova grožđa, bjelančevine, kristali raznih soli itd.). Drugi pretok provodi se 6–8 tjedana nakon prvog i obično se poklapa s postupcima bistrenja i filtracije. Kvalitetna vina koja duže dozrijevaju mogu se pretakati još i u drugoj ili u trećoj godini.

Kupažiranje (miješanje, sljublivanje, tipizacija) je postupak miješanja dvaju ili više vina s ciljem dobivanja vina željenog sastava i senzorskih svojstava. Osim vina mogu se miješati i određene sorte grožđa ili moštovi prije alkoholne fermentacije. Najčešće se kupažiranje provodi s vinima, i to odmah nakon završetka alkoholne fermentacije, prilikom dopunjavanja posuđa. Najkvalitetnije kupažiranje ipak je ono koje se provodi s vinom nakon prvog i drugog pretoka. Vina namijenjena kupaži moraju biti zadovoljavajuće kvalitete i bez nedostataka.

Stabilizacija i bistrenje vina postupci su koji imaju za cilj proizvodnju kristalno bistrog vina bez nedostataka u aromi. Nakon primjene sredstava za bistrenje i stabilizaciju iz vina je potrebno odgovarajućim postupcima ukloniti nastali talog. Budući da je cilj stabilizacije osigurati višegodišnju bistroću vina i spriječiti pojavu taloga bez obzira na uvjete čuvanja, izbor postupaka za bistrenje ovisi o sastojcima koji izazivaju nestabilnosti.

Po završetku alkoholne fermentacije vino se počinje spontano bistrirati uslijed izdvajanja grubih čestica. Međutim, da bi vino postiglo dugotrajnu stabilnost, nije dovoljno podvrgavati ga samo spontanom bistrenju, već se vino mora tretirati i tvarima koje potiču stabilizaciju i bistrenje. Glavni uzroci nestabilnosti u vinu su dušične tvari (bjelančevine), zatim boje i tanini (polifenoli), mikroorganizmi (kvasci i bakterije) te soli kiselina i same kiseline. Te najvažnije uzroke nestabilnosti vina potrebno je u procesu njege vina eliminirati ili svesti na najmanju moguću mjeru.

Bistrenje vina je postupak obavezan poslije prvog pretoka. U tu se svrhu koriste enološka bistrila koja vežu nestabilne spojeve iz vina ubrzavajući njihovo taloženje. Najčešće upotrebljavano bistrilo je bentonit. Bentonit, osim što stabilizira vino na termolabilne bjelančevine, odstranjuje nestabilne polifenole, smanjuje pojavu posmeđivanja i lomova u vinu te može apsorbirati neke ostatke pesticida. Budući da bentonit ne djeluje na temperaturama ispod 12°C, za primjenu na nižim temperaturama koriste se neka druga bistrila (želatina, kazein, riblji mjehur, bjelanjak jajeta i dr.).

Vino je potrebno stabilizirati i na taloženje soli vinske kiseline (tartarati). Cilj je stabilizacije spriječiti njihovo taloženje u boci, a najčešće se provodi dodatkom enoloških sredstava – metavinske kiseline i karboksimetil celuloze. Drugi je način stabilizacije hladna stabilizacija. Pri tom postupku vino se izlaže temperaturi od -4 do -5°C, kroz 6 do 8 dana, pri čemu se istalože tartarati, a talog se potom uklanja.

Mikrobiološka stabilizacija ima za cilj uklanjanje i sprečavanje razvoja neželjenih mikroorganizama. U tu svrhu vina se najčešće kratkotrajno pasteriziraju, filtriraju kroz posebne membranske filtre (veličine pora 0,45 µm) ili im se dodaju kemijska sredstva s antiseptičnim djelovanjem (primjerice SO₂ ili kalijev sorbat).

Filtracija vina podrazumijeva uklanjanje čestica mutnoće i taloga, a s ciljem postizanja bistroće vina. Filtracija se provodi korištenjem filtera koji rade na principu razlike tlakova na filterarskom sredstvu. Najčešće se danas koriste tzv. pločasti filteri, koji su jednostavni za upotrebu.

Dozrijevanje vina niz je postupaka za dobivanje vina određene kvalitete. Dozrijevanje vina može se podijeliti u dvije faze. Prva faza obuhvaća razdoblje od završetka alkoholne fermentacije do punjenja vina u boce. Ta faza može trajati od četiri mjeseca do godinu dana i duže. Druga faza započinje punjenjem vina u boce, a njezina je dužina određena potencijalom pojedinog vina za povećanje kvalitete tijekom starenja u boci (Orlić i Jeromel, 2010).

Dozrijevanje vina usmjereno je na postizanje stabilnosti te na razvoj arome i teksture vina. Aroma mladog vina i okusi koji nastaju tijekom alkoholne fermentacije nisu privlačni potrošačima. Okus mladog vina opisuje se kao trpak i neharmoničan, dok arome mogu biti cvjetne, voćne, začinske, vegetabilne i sl. Tijekom dozrijevanja arome se polako mijenjaju i razvija se *bouquet*⁴¹ te aromatične note postaju snažnije i diferenciranije (npr. cedar, karamela, tamna čokolada, dim). Tekstura vina postaje mekša i svilenkastija (Ribéreau-Gayon i sur., 2006).

7.3.6. Punjenje vina u boce, čepljenje i završno opremanje boca

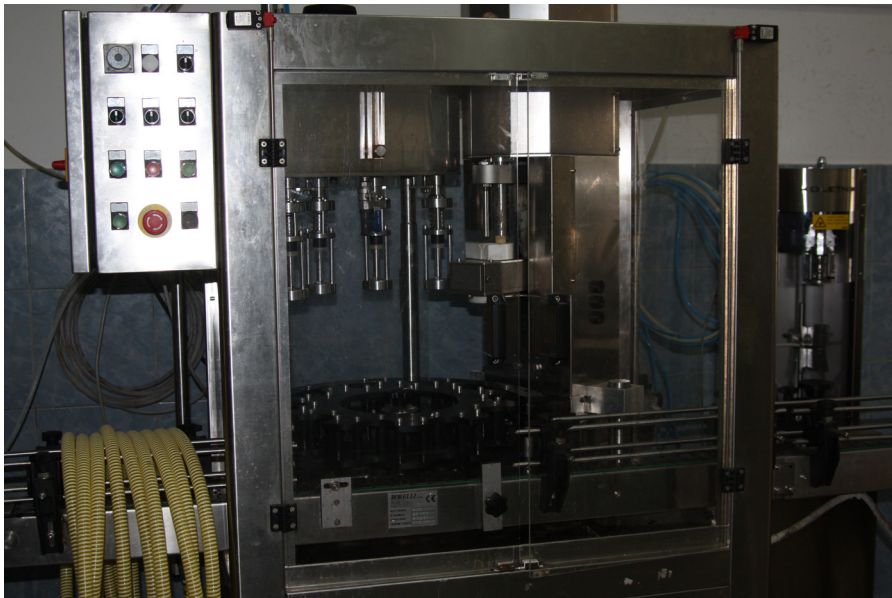
Kao što je prethodno opisano, vino koje se puni u boce mora biti stabilno na bjelančevine, na posmeđivanje, na tartarate te na mikroorganizme. Mlada kvalitetna bijela vina pune se u boce tijekom proljeća ili ljeta jer su upravo tada u potpunosti izražene njihove sorte karakteristike (cvjetno-voćni okusi i mirisi).

Vina kod kojih je sazrijevanje i odležavanje dugo i bazirano na ravnoteži različitih senzorskih karakteristika (odležana zrela ili desertna vina) pune se po završetku procesa sazrijevanja neovisno o dobu godine. Vina niže kvalitete (konzumna vina) mogu se puniti tijekom cijele godine.

Kvalitetna vina pune se u tzv. monoblokovima – zatvorenim sustavima u sterilnim uvjetima da se spriječi kontaminacija (slika 7.6.).

Vina dolaze na punjenje preko filtra, a pune se u pripremljene boce koje se prethodno pregledavaju i po potrebi steriliziraju. Prilikom punjenja važno je voditi računa da razmak između čepa i vina (tzv. otpražnjeni prostor) ne bude ni prevelik ni premalen. Ako je otpražnjeni prostor prevelik, postoji opasnost od oksidacije vina, a ako je premalen, može doći do izbacivanja čepa. Otpražnjeni prostor može se ispuniti i inertnim plinom (najčešće se koriste argon ili dušik). Zapremine boca za vino kreću se u širokom rasponu: od 0,187 l do 18,0 l. Boce ovisno o svojoj zapremini često nose i popularne nazive. Neki od njih su *Split* (0,187 l), *Magnum* (1,5 l), *Baltazar* (12 l) i *Melkior* (18 l).

⁴¹ *Bouquet* (buke): predstavlja sekundarne i tercijarne arome u vinu. U vinu postoje primarne (voćne) arome koje potječu od samoga grožđa, sekundarne arome koje nastaju tijekom fermentacije i tercijarne arome koje nastaju tijekom dozrijevanja vina.



Slika 7.6. Sustav za punjenje vina u boce (Fotografija: T. Pavlešić)

Boce se mogu čepiti čepovima od pluta, ali se mogu koristiti i navojni, krunski ili silikonski čepovi. Na začepljene boce stavlja se aluminijska kapsula koja se oblikuje prema čepu. Boce se potom opremaju etiketom. Opremljene boce mogu se pakirati i u transportne kartonske kutije.

7.4. Bolesti i mane vina

Bolesti i mane vina često se nazivaju i kvarenjem vina, a podrazumijevaju promjene kemijskog sastava koje se negativno odražavaju na boju, bistroću, miris i okus vina. Ako se vino kvari zbog djelovanja mikroorganizama, takvo se kvarenje naziva **bolest vina**, a ako se kvari zbog kemijskih ili fizikalnih čimbenika, ta se pojava naziva **mana vina** (Šimundić, 2008).

7.4.1. Bolesti vina

Bolesti vina su procesi kod kojih je zbog djelovanja mikroorganizama (bakterije i nepoželjni kvasci) došlo do razgradnje jednog ili više standardnih sastojaka vina te nastanka novih spojeva koji negativno utječu na kvalitetu vina, a osobito na njegov izgled, miris i okus. Na razmnožavanje nepoželjnih mikroorganizama utječu količina alkohola i kiselost vina, pa su toj vrsti kvarenja podložna manje kisela i slaboalkoholna vina. **Najznačajnije bolesti vina su:** octikavost, vinski cvijet, sluzavost, prevrnuti vino, zavrela i manitno vrenje (Šimundić, 2008; Orlić i Jeromel, 2010; Herjevec, 2019).

Octikavost vina pripada u najopasnije i neizlječive bolesti vina. Uzročnici te bolesti su raznovrsne octene bakterije, koje u prisutnosti kisika pretvaraju alkohol u octenu kiselinu. Vino je izloženo napadu te bolesti ako je tijekom alkoholnog vrenja ili u procesima njege i dozrijevanja bilo u doticaju sa zrakom. Sprečavanje aktivnosti octenih bakterija postiže se sumporenjem, nižim temperaturama fermentacije, strogom kontrolom prisutnosti kisika, odvajanjem zdravoga grožđa od bolesnog i brzom preradom.

Vinski cvijet je bolest vina koja se očituje pojavom bijele do bijelosive opne na površini vina. Uzrokuju je kvasci iz roda *Candida* i *Pichia*, koji pretvaraju etanol u acetaldehid uz formiranje filma na površini. Tako pokvareno vino ima i promijenjen okus koji asocira na odstajalu krušku. U pravilu, vino koje se čuva u djelomično ispražnjenim posudama redovito nakon kraćeg ili dužeg vremena napada bolest vinskog cvijeta. Bolest se može spriječiti redovitim sumporenjem i nadolijevanjem posuda.

Sluzavost je bolest pretežito mladih bijelih vina koja sadrže relativno malo alkohola, imaju malo tanina i nižu ukupnu kiselost te koja su nepotpuno provrela. Bolest se očituje u uljastoj konzistenciji vina. Vino kod prelijevanja ne kapa, već se vuče poput ulja. Uzročnici bolesti su različite bakterije koje razgrađuju šećere i jabučnu kiselinu pri čemu se formiraju dekstrini i polisaharidi koji vino čine sluzavim (Orlić i Jeromel, 2010).

Prevrnuto vino je bolest koja se dovodi u vezu s bakterijama iz roda *Lactobacillus*, koje razgrađuju vinsku kiselinu na mliječnu, octenu i CO₂. Javlja se u prisutnosti kisika, kod nedovoljno sumporenih vina i vina niske kiselosti. Tako pokvarena vina su tupa, zamučena, pjenušava, bez boje i s neugodnim mirisom.

Zavrelica i manitno vrenje su bolesti vina koje se javljaju u proljeće, dolaskom toplih dana, u vinima koja sadrže neprevreli šećer, a siromašna su kiselinom i eventualno alkoholom i taninom. Uzročnici bolesti su bakterije mliječno-kiselog vrenja koje za svoju aktivnost ne trebaju kisik, pa se bolest javlja i u napunjenim bačvama. Ako dođe do pretvorbe glukoze u mliječnu i octenu kiselinu uz oslobađanje CO₂, bolest se naziva **zavrelica**. Ako se razgrade i drugi šećeri (fruktoza), može nastati manitol, pa se ta bolest po tome naziva **manitno vrenje**. Tako pokvareno vino ima promijenjen okus koji postaje kiselkast i rezak, a podsjeća na kiseli kupus (Šimundić, 2008).

7.4.2. Mane vina

Mane vina su neželjene promjene kvalitete koje nisu izazvane aktivnošću mikroorganizama, nego su posljedica kemijskih i fizikalnih promjena, prisutnosti stranih tvari ili prekomjernosti pojedinog elementa značajnog za zadovoljavanje poželjnih senzorskih svojstava. Mane su najčešće rezultat loše vođene prerade i njege ili nedovoljne higijene u podrumima. Čest su uzrok mana i neprimjereni uvjeti čuvanja vina u trgovini i ugostiteljstvu. Uzrok može biti primjerice čuvanje boca s vinom na sunčevoj svjetlosti ili pri visokim temperaturama. **Najčešće mane vina su:** oksidacija, miris na čep, posmeđivanje, crni, sivi i crveni lom, miris na sumporovodik i pinking (Šimundić, 2008; Orlić i Jeromel, 2010; Herjevec, 2019).

Oksidacija vina je neželjena pojava do koje dolazi kada je vino izloženo djelovanju zraka te pod djelovanjem kisika dolazi do oksidacije alkohola u acetaldehid. Nastali acetaldehid daje karakterističan miris vina na odstajalo, već pomalo natrulo voće. Osim neugodnog mirisa oksidaciju može pratiti i promjena boje vina, pri čemu bijela vina poprimaju izraženu žutu do blago smečkastu boju, a boja crnih vina mijenja se u narančastosmeđu. Oksidirana vina nemaju voćnost ni svježinu, već se često opisuju kao umorna. Iako se neželjena oksidacija smatra manom vina, ako su prisutne octene bakterije, one mogu pretvoriti acetaldehid u octenu kiselinu, pa se nepoželjno djelovanje kisika može smatrati i bolešću vina (Vinogradarstvo, n.d.).

Miris na čep (*Cork taint*) danas se smatra vrlo ozbiljnim nedostatkom buteljiranih vina i obuhvaća 0,5 do 6 % ukupnih buteljiranih boca. Objasnjava se rastom plijesni u čepu i na njemu, pri čemu se stvaraju metaboliti koji se otpuštaju u vino i djeluju negativno na njegovu kvalitetu. Miris takvog vina opisuje se kao miris na plijesan, vlagu ili zemlju. Čepovi se izrađuju od pluta (kora hrasta plutnjaka) i vrlo su važni za održavanje kvalitete vina.

Međutim, pluto ima i dva nedostatka: propustljivost (što za posljedicu ima oksidaciju vina) i razvoj specifičnog mirisa (zbog čega se javlja miris na čep – *cork taint*) (Orlić i Jeromel, 2010). Ta se mana može spriječiti higijenom i regulacijom mikroklimatskih uvjeta u podrumu, pravilnim skladištenjem čepova ili korištenjem čepova od drugih materijala.

Posmeđivanje vina je mana vina koja je posljedica oksidacije, a može biti uzrokovana enzimima (događa se u moštu) ili neenzimatskim posmeđivanjem (događa se u vinu). Posmeđivanje je mana koja se često javlja ako se koristi natrulo grožđe napadnuto sivom plijesni.

Enzimatsko posmeđivanje uzrokovano je enzimima polifenol-oksidaza i lakaza. Ti enzimi vrše oksidaciju fenolnih spojeva, pri čemu nastaju kinoni koji se polimeriziraju, što ima za posljedicu pojavu žutosmeđe do smeđe boje bijelih vina. Kod crnih vina s tom manom jasno crvena ili ljubičastocrvena boja poprima smeđi ton. Posmeđivanje vina prate promjene i u mirisu i u okusu. Miris podsjeća na svježere narezanu jabuku, a u okusu se javlja neugodna karakteristika.

Crni, sivi i crveni lom posljedica su prisutnosti metala (željeza i bakra). Crni lom javlja se u vinima koja imaju suvišak željeza i tanina, pri čemu bijela vina poprimaju plavkastozelenu nijansu, a crna vina postaju plavocrne boje. Sivi lom posljedica je vezanja željeza i fosforne kiseline te se također manifestira promjenom boje. Crveni lom posljedica je suviška bakra u vinu. Manifestira se zamućenjem vina i crvenim talogom.

Miris na sumporovodik vrlo je česta mana vina do koje dolazi zbog redukcije elementarnog sumpora, a osjeća se kao neugodan miris na pokvarena jaja. Neki od uzroka te mane mogu biti nepravilno sumporenje praznog posuđa, predugo držanje mladog vina na talogu kao i neadekvatno tretiranje vinograda sumpornim preparatima i potom prerada grožđa iz takvog vinograda.

Pinking (pojava ružičaste boje u bijelim vinima) se manifestira kao promjena boje bijelih vina od poželjne zelenkastožute prema sivkastoružičastoj koja se smatra manom.

Tu manu uzrokuju antocijani koji potječu iz stanica mesa i pokožice bobica. Pinking se pojavljuje spontano nakon lagane oksidacije bijelih vina prilikom izlaganja atmosferskom kisiku.

7.5. Specijalna vina

Specijalna vina su vina dobivena od svježega grožđa, mošta ili vina koja su prošla uobičajene postupke tijekom proizvodnje ili nakon nje. To su vina čija svojstva ne potječu samo od grožđa nego i od primijenjenih tehnoloških postupaka proizvodnje. U tu kategoriju ubrajaju se pjenušava vina, biser-vina, gazirana vina, likerska vina te slatka vina s većom količinom neprevrelog šećera (*International Organization of Vine and Wine*, 2021).

7.5.1. Pjenušava, biser-vina i gazirana vina

Pjenušava vina su specijalna vina koje uz ostale sastojke karakterizira i povećana količina ugljikovog dioksida (CO₂) koji nastaje isključivo tijekom procesa sekundarne alkoholne fermentacije. Kao posljedica otopljenoga ugljikovog dioksida, tlak je u zatvorenoj boci povećan: pri temperaturi od 20°C iznosi najmanje 3 bara, a može biti i do 6 bara (Hrvatski sabor, 2019). Pjenušava vina uglavnom se proizvode od kvalitetnih sorti grožđa, a proces njihove proizvodnje je složen, skup i dugotrajan (prosječno traje oko 3 godine).

Upravo zahvaljujući prisutnosti ugljikovog dioksida pjenušava vina imaju svježiji, reski i osvježavajući okus. Tijekom otvaranja boce dolazi do izjednačavanja tlaka u boci i tlaka u okolnom prostoru zbog čega otopljeni CO₂ prelazi u plinovito stanje i u vinu su vidljivi mjehurići CO₂ (tzv. perle) (McKay i sur., 2011).

Dokazi o proizvodnji pjenušavih vina sežu u antičko doba, kada su se amfore uranjale u hladnu vodu, čime se prekidala alkoholna fermentacija. Poslije su se, tijekom povijesti, pjenušava vina povezivala s posebnim događajima, kao što je primjerice krunidba francuskih kraljeva. Upravo za tu namjenu slijepi je benediktinac Dom Pérignon potkraj 17. stoljeća prvi uočio mogućnost sekundarne fermentacije u proizvodnji pjenušavih vina i proizveo bijeli pjenušac od crnoga grožđa.

Regija *Champagne* u Francuskoj jedna je od najpoznatijih regija u kojoj se proizvodi pjenušavo vino, a ujedno je i jedno od najsjevernijih vinogorja Europe. Pjenušavo vino koje je ondje proizvedeno nosi ekskluzivan, zaštićen naziv – **šampanjac**. Regija *Champagne* ima tipičnu klimu kojoj su značajke rani snijeg (koji padne već u listopadu) i hladna ljeta (ponekad praćena i mrazom). Takva klimatska obilježja rezultirat će vinima koja imaju malo šećera, a puno kiselina (McKay i sur., 2011). Od crnih sorti grožđa za proizvodnju šampanjaca dozvoljeno je koristiti *Pinot noir* i *Pinot meunier*, dok se od bijelih sorti smije koristiti sorta *Chardonnay*. Berba grožđa za proizvodnju te vrste vina provodi se ranije nego za mirna vina jer je potrebno zadržati visok sadržaj kiselina koje daju svježinu pjenušavim vinima (Orlić i Jeromel, 2010).

Pjenušava vina podrijetlom iz drugih zemalja ne smiju nositi naziv šampanjac već nose različita imena: u Španjolskoj – *cava* ili *espumoso*, u Italiji – *asti spumante* ili *vino spumante*, u Njemačkoj – *sekt*, u Rusiji – *Sovetskoe šampanjskoe*.

Proizvodnja pjenušavih vina

Početak proizvodnje pjenušavih vina uvijek je proizvodnja tzv. baznog vina. **Bazno vino** proizvodi se primarnom fermentacijom i trebalo bi sadržavati 9,0–11,5 % vol. alkohola. Nakon završetka primarne fermentacije poželjno je obaviti tzv. hladnu stabilizaciju vina na temperaturi -5°C tijekom nekoliko dana.

Prema načinu provedbe sekundarne alkoholne fermentacije razlikuju se dva načina proizvodnje pjenušavih vina: klasični postupak fermentacije u boci – *Méthode Champenoise* ili metoda fermentacije u tankovima – *Charmat*.

Klasični postupak sekundarne fermentacije u boci (Méthode Champenoise)

S ciljem poticanja sekundarne fermentacije dodaje se u bazno vino tzv. tiražni liker (*liqueur de tirage*). **Tiražni liker** čine posebni kvasci koji mogu provesti sekundarnu fermentaciju, zatim točno izračunata količina šećera i sumpor. Količina šećera koja se u tom trenutku dodaje odredit će količinu CO₂ koja će nastati tijekom sekundarne fermentacije. Kvasci koji se koriste za tu namjenu moraju biti otporni na niske temperature, na visoki tlak te biti sposobni provesti fermentaciju u prisutnosti velike količine alkohola (McKay i sur., 2011).

Nakon 24 sata tako pripremljeno vino puni se u posebne boce za pjenušava vina. Boce za pjenušava vina moraju biti u mogućnosti izdržati tlak koji nastaje kao posljedica sekundarne fermentacije. Upravo s tim ciljem boce imaju posebno izrađeno udubljeno dno. Na boce se stavlja plastični umetak (bidula) i zatvaraju se krunskim metalnim čepom. Boce se potom u vodoravnom položaju stavljaju u posebno spremište u kojem vladaju kontrolirani uvjeti vlažnosti zraka i temperature (10–12°C). U tim se uvjetima tijekom 5–6 mjeseci (može i 10–12 mjeseci) odvija sekundarna fermentacija i autoliza kvašćevih stanica (McKay i sur., 2011). Odležavanje na kvascu u ovoj fazi važan je čimbenik za kvalitetu pjenušca. Tijekom tog postupka dolazi do promjena u sastavu vina u smislu porasta količine dušičnih i aromatskih spojeva. Tijekom sekundarne fermentacije boce se moraju lagano okretati i povremeno protresti.

Nakon što je završio proces odležavanja, započinje se s postupkom pripreme i **čišćenja u boci** (*remuage*). Čišćenjem se uklanjaju stanice kvasca, bjelančevinaste tvari, tartarati i ostale tvari koje mogu izazvati замуćenje. S tim ciljem boce se postavljaju u posebne regale (*pupitres*) (slika 7.7.) u kosom položaju, grlom prema dolje, da bi se talog u boci slegnuo u grlo boce. Tijekom tog procesa čišćenja, koji može trajati i nekoliko mjeseci, boce se svakih nekoliko dana okreću da se ne bi izazvalo замуćenje. Okretanje se može izvoditi ili ručno ili boce mogu biti na posebnom stalku koji se može rotirati (tzv. žiropaleta) (slika 7.8.).



Slika 7.7. Stalak za čišćenje (*pupitres*) (Fotografija: T. Pavlešić)



Slika 7.8. Žiropaleta (Fotografija: T. Pavlešić)

U sljedećem koraku potrebno je ukloniti talog koji se spustio u grlo boce. Postupak uklanjanja taloga iz grla boce naziva se **degoržiranje** (*degorgement*). Za provedbu toga osjetljivog postupka potrebno je talog najprije smrznuti. Posebnim uređajima smrzava se grlo boce, a time i nakupljeni talog, nakon čega se drugim uređajem boca otvara. Pri otvaranju smrznuti talog izlazi iz boce, pri čemu izlazi i zanemarivo mala količina vina. Prije smrzavanja vino se ohladi na otprilike 5°C kako bi se spriječio gubitak značajnijih količina CO₂ tijekom degoržiranja (McKay i sur., 2011).

Sljedeći je korak dodavanje u bocu ekspedicijskog likera (*liqueur d'expédition*). **Ekspedicijski liker** dodaje se s ciljem zaslađivanja, formiranja tipa pjenušca, ali i postizanja posebnog okusa. Sadrži šećer, vinski destilat i limunsku kiselinu, ali točan je sastav tajna svakog proizvođača.

Nakon dodatka ekspedicijskog likera boce se zatvaraju čepovima od kvalitetnog pluta. Preko čepa stavlja se metalna kapica, a preko nje žica u obliku mrežice koja se pričvrsti za grlo boce (slika 7.9.).

Boce se zatim lagano protresu kako bi se liker pomiješao s vinom i ostave 2–3 mjeseca u hladnom prostoru zbog harmoniziranja sastojaka likera i vina te formiranja arome pjenušavog vina. Nakon toga pjenušac se otprema na odležavanje nekoliko mjeseci s ciljem sljublivanja svih sastojaka. Boce se potom etiketiraju i stavljaju na tržište (McKay i sur., 2011).



Slika 7.9. Zatvaranje boce pjenušavog vina plutenim čepom, metalnom kapicom i žičanom mrežicom (Fotografija: T. Pavlešić)

Označavanje pjenušavih vina

Oznake koje se mogu naći na pjenušavim vinima, a temelje se na sadržaju reducirajućih šećera, prikazane su u tablici 7.2. Sadržaj šećera smije odstupati za najviše 3 g/l od vrijednosti koja je navedena na etiketi proizvoda.

Tablica 7.2. Oznake na pjenušavim vinima (prerađeno prema: Ministarstvo poljoprivrede, 2015)

| Oznaka | Sadržaj reducirajućih šećera | Oznaka | Sadržaj reducirajućih šećera |
|-------------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Brut nature | manje od 3 g/l | Vrlo suho (extra dry, extra sec) | 12–17 g/l |
| Extra brut | manje od 6 g/l | Suho (dry, sec) | 17–32 g/l |
| Brut | manje od 12 g/l | Polusuho (demi sec) | 32–50 g/l |
| | | Slatko (doux) | više od 50 g/l |

S obzirom na sastav sorti grožđa oznake na pjenušavim vinima mogu biti *Blancs de blancs*, *Blancs de noirs* i *Rose*. **Blancs de blancs** oznaka je za bijelo pjenušavo vino proizvedeno od bijelih sorti grožđa. Najčešće korištena sorta grožđa za taj tip je *Chardonnay*. **Blancs de noirs** oznaka je za bijelo pjenušavo vino proizvedeno od crne sorte grožđa. Najčešće se proizvodi od sorte *Pinot noir*. **Rose** je oznaka za pjenušavo vino koje se proizvodi preradom crnoga grožđa tako da se ili bijeli mošt sljubi s crnom pokožicom tijekom nekoliko sati ili se pak male količine crnog vina dodaju bijelom baznom vinu (McKay i sur., 2011).

Proizvodnja pjenušavih vina postupkom fermentacije u velikim spremnicima – metoda *Charmat*

Metodom *Charmat* pjenušava se vina proizvode na način da se obje fermentacije odvijaju u velikim spremnicima od inoksa. Budući da se fermentacija mora odvijati u strogo kontroliranim uvjetima, spremnici moraju biti konstruirani tako da mogu podnijeti visok tlak, moraju biti opremljeni mjeračima temperature, ventilima za regulaciju tlaka i dvostrukim stijenkama u kojima struji voda kako bi se osiguralo hlađenje (McKay i sur., 2011). Ta metoda predstavlja brži, jednostavniji i jeftiniji način proizvodnje, pa se i njome dobivena pjenušava vina odlikuju drugačijom kvalitetom i pristupačnijom cijenom. Metoda je pogodna za proizvodnju pjenušavih vina s ostatkom neprevrelog šećera.

Bazno vino za proizvodnju pjenušavog vina proizvodi se jednako kao i kod klasične metode, a fermentacija se prekida kada se postigne 9–11 % vol. alkohola. Tako proizvedeno bazno vino podvrgava se sekundarnoj fermentaciji u visokotlačnim tankovima. Fermentacija se odvija u strogo kontroliranom uvjetima, a održavanje temperature postiže se korištenjem spremnika s dvostrukim stijenkama. Donji dio spremnika konusnog je oblika, što omogućava skupljanje taloga. Po završetku fermentacije vina se stabiliziraju i odvaja se bistro vino od taloga. Pri punjenju se dodaje ekspedicijski liker. Punjenje je potrebno provesti tako da se očuva CO₂, što se postiže uvođenjem CO₂ na vrh spremnika.

Proizvodnja se često provodi u povezanim spremnicima. Pri takvoj proizvodnji, u prvom spremniku odvija se sekundarna fermentacija baznog vina, vino se stabilizira i talože se kvasci. Ta sekundarna fermentacija ponekad se naziva i refermentacija jer se provodi tako da se prva fermentacija zaustavi pa se zatim nastavi. Na taj se način proizvode talijanski pjenušci *Asti spumante* (McKay i sur., 2011). U drugom spremniku dodaje se ekspedicijski liker te se vino ponovno filtrira. Pjenušac se potom prebacuje u treći spremnik, iz kojega se puni u boce. Proizvodnja tih pjenušaca traje znatno kraće u usporedbi s klasičnim postupkom (oko 3 mjeseca) (Orlić i Jeromel, 2010; McKay i sur., 2011).

Pjenušava vina poslužuju se na temperaturi 5–7°C u visokim uskim čašama tankih stijenki i malog otvora. Kvaliteta pjenušavog vina u čaši procjenjuje se izgledom mjehurića koji moraju biti sitni i mnogobrojni i kretati se s dna čaše prema vrhu. Taj izgled i brojnost mjehurića naziva se **perlanje**.

Veličina mjehurića i trajanje perlanja pjenušavih vina mogu upućivati i na način proizvodnje. Kvaliteta mjehurića (postojanost i punoća) vezana je uz uvjete provedbe sekundarne fermentacije, koncentraciju dušičnih spojeva i produkte autolize kvasaca (sadržaj bjelančevina i ugljikohidrata). Pjenušava vina proizvedena tradicionalnom metodom imaju sitnije i finije mjehuriće koji se okomito podižu u čaši formirajući nit, te se na površini pjenušca odvajaju uz rub čaše. Pjenušava vina proizvedena metodom *Charmat* imaju grublje i krupnije mjehuriće koji su manje stabilni (McKay i sur., 2011).

Biser-vina

Biser-vina također imaju povišeni udio ugljikovog dioksida. Zbog otopljenoga ugljikovog dioksida tlak u boci pri temperaturi od 2°C mora biti najmanje 1 bar, a najviše 2,5 bara. Biser-vina proizvode se od vina ili kvalitetnog vina koje ima ukupni udio alkohola najmanje 9 % vol., a stvarni udio alkohola najmanje 7 % vol. (Hrvatski sabor, 2019; Provedbena Uredba Komisije (EU) 2019/1718).

Gazirana vina

Za razliku od pjenušavih vina, gazirana vina proizvode se od vina bez ZOI ili ZOZP. Njihova je značajka da ugljikov dioksid koji se oslobađa pri otvaranju boce u cijelosti ili djelomično potječe od dodatka toga plina. Tlak u zatvorenoj boci zbog prisutnosti otopljenoga ugljikovog dioksida pri temperaturi od 20°C iznosi najmanje 3 bara (Delegirana Uredba Komisije (EU) 2019/33).

7.5.2. Likerska vina

Zajednička karakteristika likerskih vina je visoka koncentracija alkohola (15–22 % vol. alkohola). Likersko vino može se proizvesti od mošta u fermentaciji, vina ili njihovih kombinacija. Mora sadržavati najmanje 12 % vol. prirodnog alkohola, a s ciljem povećanja količine alkohola može se dodavati neutralni alkohol vinskog podrijetla ili destilat vina ili prosušenoga grožđa. Ta su vina karakteristična za područje Sredozemlja. Najpoznatija vina iz te skupine su: Madeira (Španjolska), Porto (Portugal), Sherry (Andaluzija) (Jackson, 2008).

7.5.3. Slatka i aromatizirana vina

Slatkim vinima zajednička je značajka da sadrže veliku količinu neprevrelog šećera. U tu se skupinu ubrajaju vina koja se proizvode od prosušenoga grožđa i prezreloga grožđa te ledeno vino. Vina od prosušenoga grožđa i vina od prezreloga grožđa razlikuju se u alkoholnoj jakosti. Vino iz prosušenoga grožđa ima stvarni udio alkohola najmanje 9 % vol., a vino od prezreloga grožđa ima stvarni udio alkohola najmanje 12 % vol.

Vina iz prosušenoga grožđa proizvode se na način da se grozdovi osuše i proizvede se mošt koji se potom koncentrira i podvrgava alkoholnoj fermentaciji. U tu kategoriju vina ubraja se Prošek.

Prošek se proizvodi od prosušenih autohtonih sorti crnoga i bijeloga grožđa (plavac mali, vugava, pošip, grk, maraština), bez ikakvih dodataka, najčešće uz ostatak šećera. Boja mu varira od jantarnožute do tamnocrvene. Grožđe za proizvodnju prošeka djelomično se suši na trsu, a nakon branja suši se na suncu prije daljnje prerade.

Ledeno vino je vino u kojem je koncentriranje mošta provedeno smrzavanjem grožđa. Za proizvodnju takvog vina grožđe se ostavlja na trsu dok se temperatura ne spusti na -7°C . Na toj temperaturi smrzne se voda u bobici grožđa, a ostatak suhe tvari se koncentrira. Berba i prešanje obavljaju se dok je grožđe još smrznuto. Budući da je sadržaj šećera visok, fermentacija se odvija polagano, a dobiveno vino iznimno je aromatično i zadržava neprevreli šećer. Ledeno vino dodatno sazrijeva u bocama tri do pet godina.

Aromatizirana vina dobivena su posebnim postupkom uz dodatak alkohola, šećera, kiselina i/ili ekstraktata dobivenih maceracijom aromatičnog bilja. U aromatiziranom vinu odnos osnovnog vina i dodataka (aromatskih pripravaka) mora biti najmanje 75 %:25 % u korist osnovnog vina. Alkoholna jakost aromatiziranih vina kreće se u granicama 14,5–22 % vol. alk. Najpoznatija aromatizirana vina su: *Vermouth*, *Gorko vino (bitter)* i *Bermet*. **Bermet** je crno vino aromatizirano dodatkom aromatičnih biljaka i plodova voća (pelin, gorušica, korijandar, klinčić i dr.) (Orlić i Jeromel, 2010; Hrvatski sabor, 2019).

7.6. Označavanje vina

Vina koja se stavljaju na tržište Republike Hrvatske moraju biti na odgovarajući način označena. Oznake uključuju obavezne podatke (propisano je koji se moraju nalaziti u istom vidnom polju, a koji mogu biti izvan istoga vidnog polja) i dodatne podatke (Ministarstvo poljoprivrede, 2015).

Tablica 7.3. Obavezni i dodatni podaci na oznaci vina
(prerađeno prema: Ministarstvo poljoprivrede, 2015)

| Obavezni podaci | |
|--|---|
| U istom vidnom polju | Izvan vidnog polja u kojem se nalaze ostali obavezni podaci |
| 1. Vrsta kategorije proizvoda | 8. Serija ili lot |
| 2. Stvarna alkoholna jakost | 9. Oznaka uvoznika za uvozna vina |
| 3. Neto količina | 10. Sadržaj alergena |
| 4. Sadržaj šećera za pjenušava vina, gazirana vina, kvalitetna pjenušava vina ili kvalitetna aromatična pjenušava vina | |
| 5. Tradicionalni izrazi za vina sa zaštićenom oznakom izvornosti | |
| 6. Podrijetlo | |
| 7. Punitelj (mirna vina). Proizvođač (pjenušava vina) | |
| Dodatni podaci | |
| 1. Oznake zemljopisnih područja | 5. Sadržaj šećera za mirna vina |
| 2. Godina berbe | 6. Fantazijska imena i trgovačke marke |
| 3. Sorta vinove loze | 7. Dodatni tradicionalni izrazi |
| 4. Dodatne oznake za punitelje | 8. Naziv manje ili veće zemljopisne jedinice |

7.6.1. Obavezni podaci

Obavezni podaci navode se svi u istom vidnom polju ili se određene kategorije obaveznih podataka mogu navesti izvan vidnog polja.

Obavezni podaci u istom vidnom polju su: vrsta i kategorija proizvoda, stvarna alkoholna jakost, neto količina, sadržaj šećera (ako je navođenje obavezno), tradicionalni izraz, podrijetlo te punitelj ili proizvođač (tablica 7.3.).

Vrsta kategorije proizvoda označava se kao: vino, likersko vino, pjenušavo vino, gazirano vino, biser- vino, vino od prosušenoga grožđa, vino od prezreloga grožđa i dr. **Stvarna alkoholna jakost** izražava se kao volumni postotak, u cijelim postocima ili polovicama postotaka (npr. 12,0 % vol. alk. ili 12,5 % vol. alk.). **Neto količina** navodi se u litrama, centilitrima ili mililitrima.

Sadržaj šećera obavezno se navodi za pjenušava vina, gazirana vina, kvalitetna pjenušava vina ili kvalitetna aromatična pjenušava vina. Vrijednosti za pojedine oznake objašnjene su u potpoglavlju o pjenušavim vinima. Sadržaj šećera ubraja se u obaveznu oznaku na pjenušavim i gaziranim vinima, dok je isticanje sadržaja šećera za mirna vina dobrovoljno, tj. ubraja se u dodatne oznake.

Tradicionalni izrazi za vina podrijetlom iz Republike Hrvastke koja imaju zaštićenu oznaku izvornosti kad je riječ o mirnim vinima su:

- Kvalitetno vino⁴² s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom (kvalitetno vino KZP⁴³), koje se može dopuniti izrazom: *Mlado vino*, *Arhivsko vino* ili *Desertno vino*
- Vrhunsko vino⁴⁴ s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom (vrhunsko vino KZP), koje se može dopuniti izrazom: *Arhivsko vino*, *Desertno vino* ili *Kasna berba*
- *Izborna berba*, *Izborna berba bobica*, *Izborna berba prosušenih bobica*, *Ledeno vino*,

a za pjenušava vina:

- Vrhunsko pjenušavo vino
- Kvalitetno biser-vino.

Tradicionalni izrazi za vina sa zaštićenom oznakom izvornosti moraju se koristiti uz naziv zemljopisnog područja, odnosno naziv zaštićene oznake izvornosti (npr. Hrvatsko Podunavlje, *Dingač* i dr.).

Podrijetlo se označava jednim od sljedećih izraza: *vino iz (..)*, *proizvedeno u (..)* ili *proizvod iz (..)*, ili istovrijednim izrazima iza kojih se navodi naziv države članice ili treće zemlje na čijem je teritoriju grožđe proizvedeno i prerađeno u vino. **Punitelj za mirna vina i proizvođač za pjenušava vina** označavaju se navođenjem naziva i adrese.

Obavezni podaci koji mogu biti izvan vidnog polja u kojem se nalaze ostali obavezni podaci su: oznaka serije (lota), uvoznika ako se radi o uvoznim vinima i sadržaj alergena.

Serija (lot) podrazumijeva seriju prodajnih jedinica koja je proizvedena, prerađena ili pakirana u gotovo jednakim uvjetima. Serija (lot) mora biti lako vidljiva, jasno čitljiva i neizbrisiva. **Oznaka uvoznika za uvozna vina** uključuje naziv i adresu. **Sadržaj alergena** potrebno je označiti izrazima: sulfiti ili sumporov dioksid (Ministarstvo poljoprivrede, 2015).

⁴² Kvalitetno vino: vino koje prilikom ocjene panela senzoričara dobije 72–81 bod, od mogućih maksimalnih 100 bodova.

⁴³ KZP: Kontrolirano zemljopisno podrijetlo

⁴⁴ Vrhunsko vino: vino koje prilikom ocjene panela senzoričara dobije 82–100 boda, od mogućih maksimalnih 100 bodova.

7.6.2. Dodatni podaci

Dodatni podaci uključuju oznake zemljopisnog područja, godinu berbe, sortu vinove loze, dodatne oznake za punitelje, sadržaj šećera ako se radi o mirnim vinima, fantazijska imena i trgovačke marke, dodatne tradicionalne izraze te naziv manje ili veće zemljopisne jedinice.

Oznake zemljopisnih područja navode vinogradarsku regiju, podregiju ili vinogorje (za kvalitetna vina KZP i vrhunska vina KZP). Vinogradarski položaj može se istaknuti za vrhunska vina KZP.

Godina berbe može se označiti na vinima koja sadrže najmanje 85 % vina iz godine berbe čiju oznaku nose. **Sorta vinove loze** može se označiti na vinima koja su proizvedena od najmanje 85 % grožđa te sorte.

Dodatne oznake za punitelje mogu se navesti kao izrazi: *proizvedeno i odnjegovano*, *punjeno na gospodarstvu* ili *proizvodi i puni*, i to za kvalitetna vina KZP i vrhunska vina KZP, čija se proizvodnja i punjenje odvijaju u vlastitom podrumu proizvođača.

Sadržaj šećera za mirna vina proizvedena u Hrvatskoj može se navesti kao: *suho*, *polusuho*, *poluslatko* i *slatko*.

Suho je oznaka da sadržaj reducirajućih šećera ne prelazi 4 g/l ili 9 g/l, pod uvjetom da sadržaj ukupnih kiselina, izraženih u gramima vinske kiseline po litri nije viši od 2 grama ispod sadržaja reducirajućih šećera.

Polusuho je oznaka da sadržaj reducirajućih šećera prelazi gornju granicu za suho vino, ali ne prelazi 12 g/l ili 18 g/l, pod uvjetom da sadržaj ukupnih kiselina, izraženih u gramima vinske kiseline po litri, nije viši od 10 grama ispod sadržaja reducirajućih šećera.

Poluslatko je oznaka da sadržaj reducirajućih šećera prelazi gornju granicu za polusuha vina, ali ne prelazi 45 g/l.

Slatko je oznaka da sadržaj reducirajućih šećera prelazi 45 g/l.

Fantazijska imena i trgovačke marke moraju biti takvi da ne dovode potrošača u zabludu.

Dodatni tradicionalni izrazi koji se mogu koristiti su: *Mlado vino*, *Opolo*, *Plavac*.

Naziv manje ili veće zemljopisne jedinice može se istaknuti samo za vina koja nose naziv ZOI, i to uz uvjet da 85 % grožđa za proizvodnju takvog vina potječe iz manje zemljopisne jedinice, a preostalih 15 % grožđa potječe iz zemljopisnog područja kojim je određena ZOI (npr. uz naziv ZOI *Hrvatsko Podunavlje*, kao dodatni podatak može se navesti i naziv manje zemljopisne jedinice, kao što je npr. *vinogorje Srijem*) (Ministarstvo poljoprivrede, 2015).

7.7. Literatura

- Agroklub (2021): Vinogradarstvo. Dostupno na: <https://www.agroklub.com/vinogradarstvo>.
Pristupljeno: 6. 9. 2021.
- Delegirana Uredba Komisije (EU) 2019/33 od 17. listopada 2018. o dopuni Uredbe (EU) br. 1308/2013 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu zahtjeva za zaštitu oznaka izvornosti, oznaka zemljopisnog podrijetla i tradicionalnih izraza u sektoru vina, postupka podnošenja prigovora, ograničenja upotrebe, izmjena specifikacija proizvoda, poništenja zaštite te označivanja i prezentiranja. Službeni list Europske unije L 9/2.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database (2019): Food Balances (2010-). Dostupno na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>.
Pristupljeno: 9. 10. 2022.
- Herjavec, S. (2019): Vinarstvo. Nakladni zavod Globus, Zagreb.
- HGK – Hrvatska gospodarska komora, Udruženje vinarstva (n.d.): Vina Croatia – Vina Mosaica. Dostupno na: www.vinacroatia.hr.
Pristupljeno 9. 1. 2023.
- Hrvatski sabor (2019): Zakon o vinu, Narodne novine 32.
- International Organization of Vine and Wine (2021): International code of oenological practices. OIV, Paris. Dostupno na: <https://www.oiv.int/en/the-international-organisation-of-vine-and-wine>.
Pristupljeno 17. 3. 2021.
- Jackson, R. S. (2008): Wine Science – Principles and Application, 3. izd. Elsevier Inc. – Academic Press, London.
- McKay, M., Buglass, A. J., Lee, C. G. (2011): Fermented beverages: Beers, Ciders, Wines and Related Drinks. U: Handbook of Alcoholic Beverages-Technical, Analytical and Nutritional Aspects (ur. Buglass, A. J.). John Wiley & Sons, West Sussex, 63-126, 266-382.
- Ministarstvo poljoprivrede (2015): Upute za označavanje vina. Dostupno na: https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/poljoprivreda/vinogradarstvo/UPUTA_ZA_OZNACAVANJE_VINA_-_NAKON_13.pdf.
Pristupljeno: 17. 10. 2022.
- Ministarstvo poljoprivrede (2022): Pravilnik o vinogradarstvu, Narodne novine 81.
- Orlić, S., Jeromel, A. (2010): Proizvodnja vina. U: Kvasci u biotehnoškoj proizvodnji (ur. Grba, S.). Plejada, Zagreb, 131-188.
- Provedbena Uredba Komisije (EU) 2019/1718 od 14. listopada 2019. o zaštiti tradicionalnih izraza Opolo, Vrhunsko vino s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom (Vrhunsko vino KZP), Kvalitetno biser vino, Mlado vino, Vrhunsko pjenušavo vino i Kvalitetno vino s kontroliranim zemljopisnim podrijetlom (Kvalitetno vino KZP) kojima se označuju vina proizvedena u Hrvatskoj. Službeni list Europske unije, L 262/13.
- Puhelek, N. (2010): Ružičasta (rose) vina. *Glasnik zaštite bilja* 33, 114-115.
- Ribéreau-Gayon, P., Glories, Y., Maujean, A., Dubourdieu, D. (2006): Handbook of Enology, Volume 2: The Chemistry of Wine – Stabilization and Treatments, 2. izd. John Wiley & Sons, West Sussex.
- Šimundić, B. (2008): Prehrambena roba, prehrana i zdravlje. Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Sveučilište u Rijeci, Opatija.

Vinogradarstvo (n.d.): Oksidacija. Dostupno na: <https://www.vinogradarstvo.com/vinarstvo/bolesti-vina/154-oksidacija>. Pristupljeno: 18. 10. 2022.

Zamora, F. (2009): Biochemistry of Alcoholic Fermentation. U: Wine Chemistry and Biochemistry (ur. Moreno-Arribas, M., Polo, C. M.). Springer, New York.

8. PIVO



8. PIVO

8.1. Povijesni pregled proizvodnje piva

Dokazi o proizvodnji pića sličnog pivu stari su više od 5 000 godina. Zapisi na glinenim pločicama potvrđuju da su Sumerani, stanovnici nekadašnje Mezopotamije više od 40 % svojih žitarica pretvarali najprije u kruh, a zatim su od njega proizvodili pivo kojim su plaćali radnike i državne službenike. Stari Egipćani također su kao polaznu sirovinu za proizvodnju piva koristili hljepečice kruha. Pivo koje su Egipćani proizvodili moralo se piti kroz slamku koja je ujedno služila i kao filtar jer su po površini plivali komadi žitarica od kojih je pivo bilo proizvedeno.

Tisuće godina poslije, vjerojatno u doba Kristova rođenja, pivo se počelo proizvoditi i na sjeveru Europe, u krajevima gdje klima nije bila pogodna za uzgoj vinove loze. Gali, koji su nastanjivali područje današnje Francuske i dijela Njemačke, proizvodili su alkoholno piće od ječma.

U doba Karla Velikoga (8. stoljeće) proizvodnja piva razvila se zahvaljujući proizvodnji u samostanima. U to se vrijeme počinje koristiti i hmelj te se prvi put upotrebljava riječ za pivo: *birra*, *bier*, *beer*. Hmelj, koji su Germani i prije koristili kao začim u proizvodnji medovine, pokazao se vrlo korisnim i u proizvodnji piva.

Kada je bavarski vojvoda Wilhelm IV., 1516. godine proglasio Zakon o čistoći piva (*Reinheitsgebot*), nije se još znalo za kvasac. Tek je otkrićem mikroskopa (1674. godine) uočeno postojanje čestica mikroskopske veličine za koje se zaključilo da su od presudne važnosti u proizvodnji piva. Do tada je proizvodnja piva bila empirijska, što znači da nisu bili poznati biokemijski procesi koji se događaju tijekom alkoholne fermentacije. Tijekom 19. stoljeća intenzivno se istražuje uloga kvasca i alkoholna fermentacija u proizvodnji piva te se objašnjavaju složeni procesi koji se događaju pri njegovoj proizvodnji. Industrijski razvoj proizvodnje piva započinje potkraj 19. stoljeća kao posljedica razvoja znanosti i tehnologije (Šakić, 2005; Marić, 2009; Barth, 2013).

8.2. Proizvodnja i konzumacija piva

Pivo se ubraja u često konzumirano piće. Smatra se da je po učestalosti konzumacije na petom mjestu, odmah poslije čaja, bezalkoholnih pića, mlijeka i kave. Prema podacima FAOSTAT-a, godišnja proizvodnja na svjetskoj razini iznosi nešto više od 1,8 milijardi hektolitara i bilježi kontinuirani porast. Prosječna godišnja proizvodnja i konzumacija distribuirana prema dijelovima svijeta prikazane su u tablici 8.1.

Tablica 8.1. Proizvodnja (hl) i konzumacija piva (l/stanovnik/godišnje) u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (FAOSTAT, 2019)

| | Proizvodnja (hl) | Konzumacija (l/stanovnik/godišnje) |
|--|---------------------|---------------------------------------|
| Svijet | 1 832 801 980 | 22,8 |
| Afrika | 13 836 633 | 10,7 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 604 603 960 | 57,9 |
| Azija | 565 524 750 | 11,7 |
| Australija i Novi Zeland | 19 019 800 | 75,5 |
| Europa | 503 772 280 | 62,4 |
| Hrvatska | 3 069 300 | 85,8 |

Od ukupne godišnje proizvodnje piva od 1,83 milijardi hektolitara, više od polovice proizvodi se u Aziji i u Europi (nešto više od milijardu hektolitara). Uzimajući u obzir distribuciju prema kontinentima, najveća je proizvodnja na američkom kontinentu (32,9 %), a slijede Azija (30,8 %) i Europa (27,5 %).

Najveći svjetski proizvođači piva su Kina i Sjedinjene Američke Države. U Europi najviše piva proizvodi se u Rusiji, Ujedinjenom Kraljevstvu i Poljskoj (FAOSTAT, 2019). Udio hrvatske proizvodnje u svjetskoj je oko 0,2 % (tablica 8.1.).

Prosječna konzumacija piva u svijetu nešto je manja od 23 l/stanovnik/godišnje. Najviše se piva konzumira u Australiji i Novom Zelandu (75,5 l/stanovnik/godišnje), dok je Europa po prosječnoj konzumiranoj količini (62,4 l/stanovnik/godišnje) na drugom mjestu. Na svjetskoj razini najviše piva konzumira se u Češkoj (149 l/stanovnik/godišnje), a slijede Irska (125 l/stanovnik/godišnje), Poljska (106 l/stanovnik/godišnje) i Austrija (105 l/stanovnik/godišnje) (FAOSTAT, 2019). Konzumacija piva u Hrvatskoj (85,8 l/stanovnik/godišnje) premašuje i svjetski i europski prosjek (tablica 8.1.).

8.3. Definicija piva i sirovina za njegovu proizvodnju

Budući da su alkoholna fermentacija i vrenje sinonimi, a da se u stručnoj literaturi o pivarstvu (pa i kod podjele vrsta piva) uobičajeno koristi pojam vrenje, u ovom će se poglavlju uz pojam alkoholna fermentacija ravnopravno koristiti i pojam vrenje.

Pivo je proizvod dobiven alkoholnom fermentacijom – vrenjem pivske sladovine upotrebom čistih kultura pivskih kvasaca roda *Saccharomyces*. Iznimno, pivo se može proizvesti i spontanom vrenjem ili uporabom mješovitih mikrobnih kultura (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2011).

Osnovne sirovine koje se upotrebljavaju u proizvodnji piva su: slad, voda, kvasac i hmelj. U proizvodnji piva mogu se koristiti i neslađene sirovine (Šakić, 2005; Marić, 2009; Barth 2013).

Ječam (*Hordeum distichum*) je osnovna sirovina za proizvodnju piva. Najčešće se za proizvodnju piva koristi tzv. dvoredni ječam koji se uzgaja u hladnijim brdsko-planinskim područjima. Za potrebe proizvodnje piva ječam se mora prevesti u isklijali i osušeni oblik, koji se naziva **slad**. **Sladovina** je vodeni ekstrakt pivskog slada, neslađenih sirovina i hmelja.

Slad se osim iz ječma može proizvesti i iz pšenice, raži ili prosa. Zamjenom najmanje 30 % ječmenog slada pšeničnim dobiva se tzv. **pšenično** (bijelo) **pivo** (njemački *Weizenbier* ili *Weissbier*). **Raženi slad** daje specifičan okus pivu koji nije široko prihvaćen među potrošačima. **Proseni slad** koristi se za proizvodnju afričkog piva (Marić, 2010).

Voda je važan čimbenik kvalitete piva budući da je u pivu sadržano oko 90 % vode. Posljedično, u proizvodnji piva koriste se velike količine vode. Primjerice za proizvodnju 1 hl piva potrebno je 5–6 hl vode. Iako voda mora odgovarati zahtjevima vode za piće, presudna značajka je njezina tvrdoća, tj. količina mineralnih tvari, posebno kalcija i magnezija.

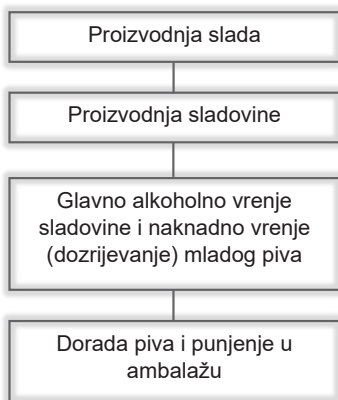
Kvasac je jednostanični mikroorganizam koji pretvara fermentabilne šećere iz slada u alkohol i CO₂. Selekcionirani sojevi kvasaca za proizvodnju piva, za razliku od onih koji se koriste u proizvodnji vina, ne moraju dati veliku količinu alkohola, ali su ostale njihove značajke važne za nastanak arome, okusa i mirisa.

Hmelj je djevičanski neoplodeni cvat višegodišnje biljke penjačice *Humulus lupulus* koji se koristi za hmeljenje pivske sladovine.

Neslađene sirovine su sve neisklijale žitarice i njihovi proizvodi (krupica, pahuljice, škrob) čiji sastojci teže prelaze u otopinu nego slad, pa je njihova prerada zahtjevnija (Šakić, 2005; Marić, 2009; Barth 2013).

8.4. Proizvodnja piva

Proizvodnja piva sastoji se od sljedećih faza: proizvodnja slada, proizvodnja sladovine, glavno alkoholno vrenje sladovine i naknadno vrenje (dozrijevanje) mladog piva te dorada piva i punjenje u ambalažu (Marić, 2009). Shematski prikaz proizvodnje piva prikazan je na slici 8.1.



Slika 8.1. Blok-shema proizvodnje piva (prerađeno prema: Marić, 2010)

8.4.1. Proizvodnja slada

Slad kao isključivi i osušeni ječam predstavlja osnovnu sirovinu za proizvodnju piva. Klijanje ječma i njegova pretvorba u slad naziva se slađenje. **Slađenje** je proces koji podrazumijeva iniciranje i usmjeravanje biokemijskih reakcija kojima je cilj priprema zrna za provođenje vrenja.

Nakon čišćenja i sortiranja ječma tehnološki proces proizvodnje slada uključuje tri faze: močenje, klijanje i sušenje.

Funkcija je močenja da se osigura dovoljna količina vode za klijanje, a tijekom klijanja aktiviraju se amilolitički i proteolitički enzimi. Uloga je tih enzima da tijekom obrade komine razgrade fermentabilne šećere te da bjelančevine razgrade do aminokiselina. Nakon klijanja dobiva se **zeleni slad**, koji se podvrgava procesu sušenja. Temperatura sušenja ovisi o tipu slada. Tijekom sušenja nastaje boja koja je posljedica prisutnosti melanoidina nastalih reakcijom šećera i aminokiselina slada. Temperatura i dužina sušenja slada ovise o vrsti piva koje se proizvodi pa se tako za proizvodnju svijetlih piva koristi slad koji je sušen pri nižim temperaturama od slada sušenog za proizvodnju tamnih piva (De Keukeleire, 2000). Slad može biti: svijetli, karamelni ili tamni.

8.4.2. Proizvodnja sladovine

Slad se nakon vaganja prvo mora mehanički samljati, čime se dobiva **sladna prekrupa**. Sljedeći je korak ukomljavanje i proizvodnja komine.

Ukomljavanje je postupak miješanja sladne prekrupe i usitnjenih neslađenih sirovina s toplom vodom s ciljem prevođenja netopljivih sastojaka u topljivi oblik pomoću enzima koji su se sintetizirali tijekom klijanja ječma. Ukomljavanje se provodi u uređaju koji se zove komovnjak.

Tijekom ukomljavanja odvijaju se tri faze razgradnje škroba: **klajsterizacija** (prevođenje škroba u škrobni lijepak), **likvefakcija** (otapanje škrobnog lijepka u vodi) i **šećerenje** (razgradnja otopljenog lijepka do građevnih šećernih jedinica).

Dva načina na koje se može provesti ukomljavanje su: infuzija i dekokcija. **Infuzija** je tehnološki postupak koji se odvija tako da se ukupna masa komine postupno zagrijava, pri čemu se škrob prevodi u fermentabilne šećere. Pri tome se razgrađuju bjelančevine i beta-glukani. Infuzijom se dobiva sladovina koja ima povećani udio fermentabilnih šećera, a konačni rezultat je visoko prevrelo pivo. Nekad se postupak koristio samo za piva gornjeg vrenja, koja imaju veći udio alkohola i manji udio neprevrelog ekstrakta, ali danas se koristi i za proizvodnju laganih piva donjeg vrenja, koja se proizvode samo od slada.

Dekokcija podrazumijeva da se iz komovnjaka uzima jedan dio komine, kuha se u kotlu i zatim vraća u komovnjak. Miješanjem komine postiže se skok temperature u komovnjaku. Postupak se može provesti s jednom, dvije ili tri dekokcije. Na taj se način dobiva sladovina s povećanim udjelom nefermentabilnog ekstrakta (dekstrina), a konačni rezultat je niže prevrelo pivo. Taj se postupak koristi za proizvodnju piva donjeg vrenja (lager piva), koja imaju veću punoću okusa zbog većeg udjela neprevrelog ekstrakta, ali ujedno imaju i manji udio alkohola.

Po završetku postupka ukomljavanja ošećerena komina se ocjeđuje i dobiva se bistra sladovina, a odvaja se pivski trop. Bistra sladovina potom se kuha uz dodatak hmelja. **Hmelj** ima trostruku ulogu: daje sastojke nužne za postizanje gorčine i hmeljnu aromu piva, djeluje antiseptički te potiče koagulaciju bjelančevina.

Po završetku kuhanja ohmeljena sladovina se taloži, hladi, bistri i aerira. Aeraciju je potrebno provesti prije naciepljivanja kvascima da bi se osiguralo dovoljno otopljenoga kisika za razmnožavanje kvasaca (Šakić, 2005; Marić, 2010; Barth 2013).

8.4.3. Glavno vrenje sladovine i naknadno vrenje (dozrijevanje) mladog piva

Alkoholna fermentacija – vrenje sladovine (glavno vrenje) odvija se u uređaju koji se zove fermentor. Tijekom glavnog vrenja kvasac prevodi fermentabilne šećere u etanol i nusproizvode alkoholnog vrenja. U toj se fazi dozira kvasac i ovisno o vrsti kvasca i željenom tijeku fermentacije može se provesti alkoholno vrenje na jedan od četiri načina, pri čemu može nastati: pivo donjeg vrenja (lager pivo), pivo gornjeg vrenja (ale pivo), spontano prevrelo pivo i afričko pivo.

Pivo donjeg vrenja ili lager pivo dobiva se vrenjem pivske sladovine pomoću sojeva kvasca *Saccharomyces uvarum*. Vrenje započinje pri 9–18°C, a završava pri temperaturi 6–8°C i naziva se **hladno vrenje**. Mlado pivo odležava pri 0°C do 1°C, od jednog do tri ili više tjedana.

Pivo gornjeg vrenja ili ale pivo (*ale* je uobičajni naziv u Engleskoj, a *Altbier* u Njemačkoj) dobiva se korištenjem pivskog kvasca *Saccharomyces cerevisiae*. Vrenje započinje pri višoj temperaturi sladovine i završava na 25°C, pa se takvo vrenje naziva i **toplo vrenje**. Na kraju vrenja kvasac ispliva na površinu, pa se zato proizvod i naziva pivom gornjeg vrenja. Mlado pivo odležava i dozrijeva pri 20°C, i to kraće od lager piva. Iznimka je *Altbier*, koji odležava na 0–8°C.

Spontano prevrelo pivo treći je tip piva, a proizvodi se uz pomoć divljih kvasaca koji u sladovinu dospijevaju iz prirodnog okoliša. Iako taj način proizvodnje potječe iz daleke prošlosti, pojedini industrijski proizvođači u Belgiji (dolina rijeke Zenne) i danas ga primjenjuju u proizvodnji čuvenih piva *Lambic*, koja su karakterizirana posebnim *bouquetom* (voćni, vinski).

Afričko pivo četvrti je tip piva, koje se proizvodi s kvascem *Schizosaccharomyces pombe* i koji je prilagođen klimatskim uvjetima 30–40°C, a proizvodi se u Africi od prosenog slada (Marić, 2010).

Tijekom procesa vrenja šećer se pretvara u etanol, CO₂ i toplinu. Suvremeni postupci vrenja započinju kao glavno vrenje u cilindrično-konusnom fermentoru smještenom najčešće u otvorenom prostoru, u kojem se nastavlja naknadno vrenje nakon ispuštanja glavine kvasca. Glavno vrenje traje 4–5 dana. Nakon toga dobiva se **mlado pivo**. Mlado pivo potom se hladi, odvaja se kvasac i pivo se podvrgava sazrijevanju i stabilizaciji na temperaturi -1°C u trajanju 12–14 dana. Tijekom naknadnog vrenja provodi se bistrenje mladog piva, zasićuje se s CO₂ te se formira poželjna aroma piva (Šakić, 2005; Marić, 2010; Barth 2013).

8.4.4. Dorada piva i punjenje u ambalažu

Dorada piva

Dorada piva uključuje postupke bistrenja, filtriranja i stabilizacije. Nakon odležavanja pivo sadrži suspendirane čestice, hmeljne smole, stanice kvasca i druge sastojke koji uzrokuju njegovu mutnoću, pa ga je potrebno izbistriti. S tim se ciljem provodi postupak filtracije. Ako je pivo jako mutno, može se uz filtraciju kombinirati i centrifugiranje. **Filtriranjem** se postiže standardna bistroća, duža trajnost i stabilnost pjene piva. Filtriranje se provodi bez prisutnosti CO₂ (Šakić, 2005). Industrijski proizvedena piva, koja su namijenjena čuvanju kroz duže vrijeme, dodatno se podvrgavaju i procesu stabilizacije (Marić, 2010).

Stabilizacija ima za cilj uklanjanje uzroka promjena koje pivo čine neprihvatljivim za potrošače. Budući da te neželjene promjene mogu biti posljedica prisutnosti mikroorganizama, koloidnih čestica ili ostalih sastojaka koji se prirodno nalaze u pivu, postupci stabilizacije usmjereni su upravo na njihovo uklanjanje. Posljedično, stabilizacija može biti biološka (za uklanjanje mikroorganizama) ili koloidna (za uklanjanje koloidnih čestica⁴⁵).

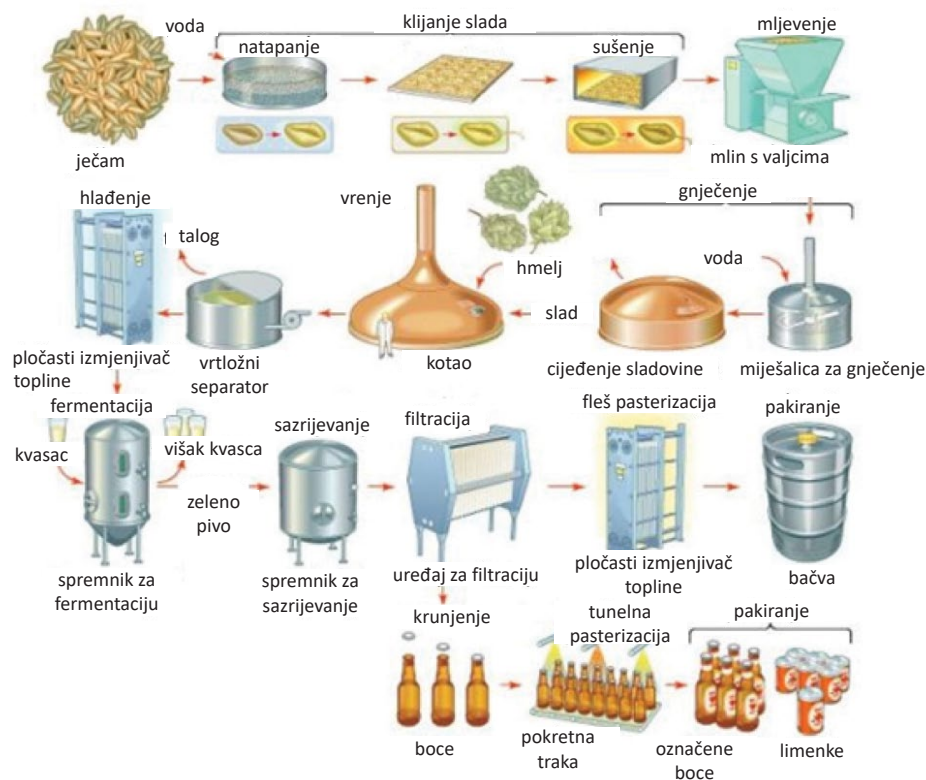
Biološka stabilizacija uključuje filtriranje i najčešće postupak pasterizacije. Pasterizacijom se postiže duža biološka trajnost piva. **Koloidna stabilizacija** podrazumijeva dodatak sredstava koja imaju sposobnost vezanja bjelančevina i polifenola, koji, ako su prisutni, loše utječu na kvalitetu piva.

Punjenje piva u ambalažu

Punjenje piva u ambalažu vrlo je važna faza u proizvodnji piva. Tijekom te faze ambalaža se mora napuniti u što kraćem vremenu, i to na način da se spriječi ulazak zraka u bocu. Također je važno održati količinu otopljenog CO₂ u pivu budući da to određuje senzorska svojstva piva (pjenjenje). Za punjenje se koriste punjači koji rade pod tlakom sterilnog zraka ili CO₂, a važno je održati jednak tlak u stroju za punjenje i u boci. Takav način punjenja zove se **izobarometrijsko punjenje**.

Nakon punjenja boce se što je moguće brže zatvaraju. S ciljem postizanja sinkroniziranog rada obično stroj za punjenje i zatvaranje čine blok sa zajedničkim pogonom (Šakić, 2005; Marić, 2010). Cjelokupni proces proizvodnje piva prikazan je na slici 8.2.

⁴⁵ Koloidne čestice: čestice veće od jednostavnih molekula i iona, ali još uvijek nevidljive golim okom i običnim svjetlosnim mikroskopom. Veličina čestica je 10⁻⁹ do 10⁻⁶ m.



Slika 8.2. Prikaz proizvodnje piva (Matijašević, 2015)

8.5. Senzorske značajke piva

Faktori kojima se procjenjuje odgovarajuća proizvodnja, kvaliteta i ispunjavanje očekivanja potrošača u pogledu senzorskih značajki piva uključuju: miris, okus, boju, bistroću, pjenušavost i stabilnost pjene.

Miris piva mora biti ugodan i svjež, bez prisutnosti mirisa kvasca. Ako se kod vrenja piva koristio kvasac koji je onečišćen bakterijama, pivo će imati miris po užglom maslacu.

Okus piva mora biti ugodan i karakterističan za tip piva. Okusne komponente piva formiraju se ne samo tijekom postupka glavnog i naknadnog vrenja već i prilikom dozrijevanja. Većina nepoželjnih okusa razvija se kao posljedica oksidacije, koja će biti ubrzana ako je pivo tijekom vrenja ili nakon njega u doticaju sa zrakom. Nepoželjne promjene okusa očituju se kao slatkast, kartonski ili metalni okus. Paralelno s razvitkom ustajalog okusa gube se poželjne okusne arome.

Boja piva ovisna je o tehnološkom procesu proizvodnje, a izražava se u standardiziranim jedinicama boje (EBC)⁴⁶. Raspon vrijednosti jedinica boje opisan je kod podjele piva prema boji (slika 8.3.).

Bistroća piva ogleđa se u činjenici da filtrirano pivo mora biti bistro i prozirno, bez prisutnosti taloga ili čestica koje izazivaju mutnoću. Na tržište se može stavljati i mutno i nefiltrirano pivo.

⁴⁶ EBC jedinica: European Brewing Convention Unit – europska jedinica boje piva.

Pjenušavost i stabilnost pjene piva određene su visinom pjene i njezinom postojanošću. Pjenušavost i stabilnost pjene provjeravaju se u posebnim čašama upravo za tu namjenu. Za lager piva visina pjene mora iznositi 3–4 centimetra te mora biti postojana najmanje tri minute (Marić, 2009).

8.6. Vrste piva na tržištu

Pivo koje se nalazi na tržištu može se klasificirati prema različitim kriterijima ovisno o: boji, načinu provedbe glavnog vrenja, količini ekstrakta u osnovnoj sladovini te sadržaju alkohola. Pivo može ovisno o vrsti imati i druge propisane oznake.

8.6.1. Podjela piva prema boji

Ovisno o boji pivo može imati oznaku: svijetlo, crveno (tamno) ili crno pivo (slika 8.3.)

- **Svijetlo pivo** ima intenzitet boje do 15 EBC jedinica
- **Crveno ili tamno pivo** ima intenzitet boje od 16 do 40 EBC jedinica
- **Crno pivo** ima intenzitet boje iznad 40 EBC jedinica.

| EBC | Boja piva | Primjer |
|-----|---|-----------------------|
| 4 |  | Svijetli lager |
| 6 |  | |
| 8 |  | |
| 12 |  | |
| 16 |  | |
| 20 |  | Pšenično pivo |
| 26 |  | |
| 35 |  | <i>Dunkel/Altbier</i> |
| 42 |  | <i>Doppel Bock</i> |
| 50 |  | |
| 60 |  | <i>Stout</i> |
| 80 |  | |

Slika 8.3. Boje piva prema EBC jedinicama (prerađeno prema: Chemtronic Waltemod, n.d.)

8.6.2. Podjela piva prema načinu provedbe glavnog vrenja

Ovisno o vrsti glavnog vrenja pivo može imati oznaku: lager (pivo donjeg vrenja), *ale* (pivo gornjeg vrenja) ili spontano prevrelo pivo (Marić, 2009).

Lager – pivo donjeg vrenja punog je okusa zbog relativno velikog udjela neprevrelog ekstrakta te ima izraženu gorčinu i aromu po hmelju. Pije se ohlađeno na 5–14°C, a natočeno u čašu daje gustu i trajnu pjenu. Tim se načinom proizvodi većina europskih piva (Njemačka, Češka, Hrvatska). Naziv lager više se koristi u Češkoj, Austriji i Švicarskoj nego u Njemačkoj. Izvorno tamnosmeđe, minhensko lager pivo u Njemačkoj se zove *Dunkel*. To se pivo može još zvati i *Bock* ili, ako je posebno jako, *Doppel Bock*.

Ale ili alt bier – pivo gornjeg vrenja u usporedbi s lager pivom ima manju punoću okusa, pa su pojedine vrste okusom sličnije vinu nego pivu. Pije se toplo (20°C) i uglavnom daje minimalnu količinu nestabilne pjene. Tim se načinom proizvode piva na sjeveru Europe i u Sjedinjenim Američkim Državama. Iznimku u toj skupini čini crno pivo *stout*. **Stout**, iako je pivo gornjeg vrenja, ima iznimnu punoću okusa, skladnu aromu te gustu i stabilnu pjenu. Specifičnost proizvodnje *stout* piva u tome je što se u slad dodaje dio prženog slada ili prženog ječma, a tijekom dodatka hmelja dodaje se i karamelizirani šećer. Prilikom punjenja u ambalažu koristi se dušik, što osigurava gustu, finu i postojanu pjenu.

Spontano prevrelo pivo ono je kod kojega se vrenje odvija uz pomoć „divljih“ neselekcioniranih sojeva kvasaca koji u sladovinu dospijevaju iz zraka ili s posuda i prostorija za vrenje. U tu se skupinu ubrajaju poznata belgijska *Lambic* piva koja imaju neprevrelog ekstrakta, što im daje specifičnu aromu. Poznata piva iz te skupine još su i *Gueuze*, *Faro* i voćna piva (s dodatkom voća, primjerice trešnje – *Kriek*) (Marić, 2009).

8.6.3. Podjela piva prema količini ekstrakta u osnovnoj sladovini

Ekstrakt u osnovnoj sladovini je udio suhe tvari u pivskoj sladovini prije fermentacije, usklađen na udio suhe tvari u osnovnoj sladovini gotovog proizvoda. Na oznaci koja se nalazi na pivu udio ekstrakta izražava se u masenom postotku (%).

S obzirom na maseni udio suhe tvari u sladovini prije početka alkoholnog vrenja, pivo može imati oznaku: slabo, standardno, specijalno, jako i dvostruko sladno (Marić, 2010; Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2011).

Slaba ili laka piva imaju nizak udio alkohola i malo neprevrelog ekstrakta.

Standardna piva obično sadrže 10–12 % ekstrakta u sladovini, pa je udio alkohola u njima 3,5–5,5 % vol. Većina piva koja se proizvodi u Hrvatskoj ubraja se u tu skupinu.

Specijalna piva proizvode se od sladovine s 12–14 % ekstrakta. Ta se piva obično pune u luksuzniju ambalažu.

Jaka piva proizvode se od sladovine s najmanje 14 % ekstrakta.

Dvostruko sladna piva proizvode se od sladovine s 18–22 % ekstrakta. U Njemačkoj i Austriji ta se piva nazivaju *Bock*, *Stark* ili *Festbier* i smatraju se čuvenima poput vina.

8.6.4. Podjela piva prema sadržaju alkohola

Na oznaci koja se nalazi na pivu mora biti istaknuta alkoholna jakost izražena u volumnim postocima (% vol. alk.). Ovisno o sadržaju alkohola pivo može imati sljedeće oznake: bezalkoholno, standardno i jako. (Marić, 2010; Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2011).

- Bezalkoholna piva sadrže najviše 0,5 % vol. alkohola
- Standardna (lager i *ale* piva) sadrže 3,5–5,5 % vol. alkohola i obično imaju 10–12 % ekstrakta
- Jaka piva sadrže više od 5,5 % vol. alkohola (najčešće do 7 % vol.).

8.6.5. Ostale oznake ovisno o vrsti piva

Osim spomenutih podjela na temelju kojih se pivo i označava, pivo na tržištu može imati i druge oznake ovisno o vrsti piva (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2011):

- Pšenično pivo – mora biti proizvedeno od najmanje 30 % pšeničnog slada
- Pivo proizvedeno s mješovitom mikrobnom kulturom
- Mutno pivo – mutnoća je posljedica posebnih tehnoloških postupaka, a može biti i s talogom
- Nefiltrirano pivo – mutno pivo iz kojega tehnološkim postupcima nije uklonjena mikrobna kultura, a može biti i s talogom.

8.7. Zdravstveni učinci konzumacije piva

Iako je općenito prihvaćeno da pivo ima veliku energetska vrijednost, važno je istaknuti da osim energije koju posjeduje pivo sadrži i značajne hranjive tvari te ima nutritivne specifičnosti koje proizlaze iz njegovog sastava.

Približan kemijski sastav piva je sljedeći (Barth, 2013):

- Voda: 92,9 %
- Alkohol etanol: 3,9 %
- Ugljikohidrati: 2,5 %
- Ugljikov dioksid: 0,5 %
- Bjelančevine: 0,2 %
- Energetska vrijednost: 45 kcal/100 ml.

Energetska vrijednost piva često se navodi kao nepoželjno svojstvo. Energetska vrijednost u najvećoj mjeri potječe od alkohola (1 g alkohola \approx 9 kcal), pri čemu treba uzeti u obzir da pivo u usporedbi s ostalim alkoholnim pićima u pravilu sadrži manji udio alkohola.

Primjerice 335 ml piva sadrži oko 153 kcal, dok primjerice 1,5 dl vina sadrži oko 123 kcal (Bart, 2013). Rizik od unosa prekomjerne količine energije pripisuje se masnoj i aromatičnoj hrani koja se najčešće konzumira upravo uz pivo. Pivo je bogato kalijem, fosforom, klorom te vitaminima B-kompleksa (tablica 8.2.).

Tablica 8.2. Sadržaj minerala i vitamina u pivu (prerađeno prema: Šakić, 2005)

| Sadržaj minerala (mg/l) | | Sadržaj vitamina (mg/l) | |
|-------------------------|-----|-------------------------|------|
| Natrij | 44 | Tiamin | 0,02 |
| Kalcij | 35 | Riboflavin | 0,3 |
| Magnezij | 96 | Niacin | 7,8 |
| Fosfor | 319 | Piridoksin | 0,6 |
| Klor | 174 | Biotin | 0,01 |
| Kalij | 554 | Kolin | 160 |

Umjerenoj konzumaciji piva pripisuju se pozitivni učinci na zdravlje kao što su: ubrzavanje probave poticanjem izlučivanja probavnih sokova, diuretičko djelovanje (poticanje izlučivanja tekućine) te nadoknada elektrolita nakon intenzivne tjelesne aktivnosti ili napora. Da bi se ostvarili ti pozitivni učinci, važno je da konzumacija piva bude umjerena. Umjerenost podrazumijeva da dnevna količina konzumiranog piva nije veća od dvije do tri jedinice alkohola za muškarce, dok su preporuke za žene upola manje. Jedinica alkohola ekvivalent je otprilike 12 g alkohola, a što je sadržano u 0,33 l lager piva (s 4,0 % vol alkohola).

8.8. Literatura

- Barth, R. (2013): *The Chemistry of Beer: The Science in the Suds*. John Wiley & Sons, Hoboken.
- Chemtronic Waltemode GmbH (n.d.): EBC- Colour Measurement. Dostupno na: [https://www.chemtronic-gmbh.de/images/chemtronic/Apps_e_pdf/EBC %20Colour %20I.pdf](https://www.chemtronic-gmbh.de/images/chemtronic/Apps_e_pdf/EBC_%20Colour_%20I.pdf). Pristupljeno: 16. 1. 2023.
- De Keukeleire, D. (2000): Fundamentals of beer and hop chemistry. *Química Nova* 23, 108-112.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database (2019): Food Balances (2010-). Dostupno na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. Pristupljeno: 12. 10. 2022.
- Marić, V. (2009): Tehnologija piva. Veleučilište u Karlovcu, Karlovac.
- Marić, V. (2010): Proizvodnja piva. U: *Kvasci u biotehnološkoj proizvodnji* (ur. Grba, S.). Plejada, Zagreb, 71-130.
- Matijašević, Lj. (2015): Zaštita okoliša: Održive tehnologije u procesima proizvodnje piva. *Kemija u industriji* 64, 540-546.
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2011): Pravilnik o pivu, Narodne novine 142 (izmjena: 141/2013).
- Šakić, N. (2005): Tehnologija proizvodnje piva. Gospodarska komora Federacije Bosne i Hercegovine, Sarajevo.

9. JAKA ALKOHOLNA PIĆA



9. JAKA ALKOHOLNA PIĆA

9.1. Povijesni pregled proizvodnje jakih alkoholnih pića

Iako proizvodnja alkohola seže u daleku prošlost, a što je opisano u prethodnim poglavljima, proizvodnja jakih alkoholnih pića dobivenih destilacijom nešto je mlađa. Prema današnjim spoznajama, postupak destilacije otkrili su Arapi tek u 8. ili 9. stoljeću kada su počeli destilirati ljekovito bilje za proizvodnju pripravaka koje su se koristili u medicinske svrhe. Ti se destilati tada još nisu koristili za proizvodnju pića.

Destilacija se kao postupak razvila u doba alkemijskih pokusa, koji su se provodili s namjerom pronalaska „eliksira života” tj. dobivanja „srži ili biti života”. Time je motiviran i latinski naziv za tu skupinu pića, tj. *aqua vita* (voda života), koji u francuskoj inačici glasi *eau de vie*, a u skandinavskoj *aquavit*. Proizvodnja alkohola destilacijom počela je tek u 11. stoljeću, kada je otkrivena mogućnost kondenzacije uz pomoć hlađenja. Dobiveni destilat nazvan je *Aqua ardens* – plamena voda.

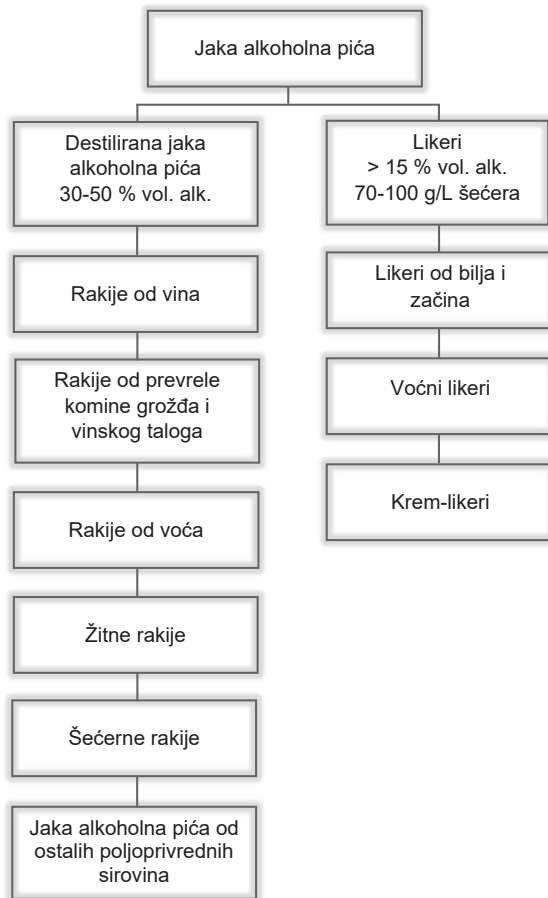
U 13. i 14. stoljeću započinje intenzivnija proizvodnja alkoholnih destilata u Europi, Kini i Mongoliji. U 16. stoljeću u Nizozemskoj počinje proizvodnja rakija iz vina jer pomorci na dugim putovanjima nisu mogli sačuvati vino od kvarenja, pa su ga pretvarali u rakiju. To piće Nizozemci su nazivali *brandwijn*, što je preteča pića koje je danas poznato pod nazivom brendi (*brandy*). Ubrzo u cijeloj Europi započinje proizvodnja rakija od grožđa i drugog voća te žitnih rakija. U počecima proizvodnje provodila se samo jednostavna destilacija, pri kojoj su zaostajali tzv. viši alkoholi dajući proizvod neprivlačnog, kiselog okusa. Početkom 17. stoljeća uvodi se postupak dvostruke destilacije i počinju se proizvoditi i danas popularna pića *Cognac* i *Calvados*. U Hrvatskoj se u 18. stoljeću počinje proizvoditi destilat višnje Maraske u Zadru (Stehlik-Tomas i Grba, 2010). Od 19. stoljeća počinje se provoditi redestilacija te se uvodi postupno dodavanje začina, ljekovitog bilja i voća za ublažavanje trpkosti alkohola. Tehnologija nadalje napreduje uvođenjem odležavanja u hrastovim bačvama i standardizacije postupaka pročišćavanja.

9.2. Definicija i podjela jakih alkoholnih pića

Jaka alkoholna pića naziv je za sva pića čiji je glavni sastojak etilni alkohol (etanol), i to u udjelu od najmanje 15 % vol. Jaka alkoholna pića proizvode se na jedan od sljedećih načina (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2009):

- destilacijom prirodno prevrelih sirovina poljoprivrednog podrijetla, sa ili bez dodavanja aroma
- maceracijom ili sličnom preradom bilja u etilnom alkoholu poljoprivrednog podrijetla
- dodavanjem aroma, šećera ili drugih sladila etilnom alkoholu poljoprivrednog podrijetla
- miješanjem jakoga alkoholnog pića s jednim ili više drugih jakih alkoholnih pića i/ili etilnim alkoholom i/ili drugim pićima.

Ovisno o prethodno navedenim načinima proizvodnje, jaka alkoholna pića mogu se podijeliti u dvije velike skupine: destilirana jaka alkoholna pića i likeri. Shematski prikaz podjele jakih alkoholnih pića s obzirom na način proizvodnje prikazan je na slici 9.1.



Slika 9.1. Vrste jakih alkoholnih pića (izrada autorice)

9.3. Destilirana jaka alkoholna pića

Destilirana jaka alkoholna pića ubrajaju se u najkvalitetnije proizvode iz ove skupine jer su zadržala okusne i mirisne karakteristike sirovina od kojih su proizvedeni. Sadrže 30–50 % vol. alkohola. Osnovni tehnološki postupak karakterističan za njihovu proizvodnju je destilacija.

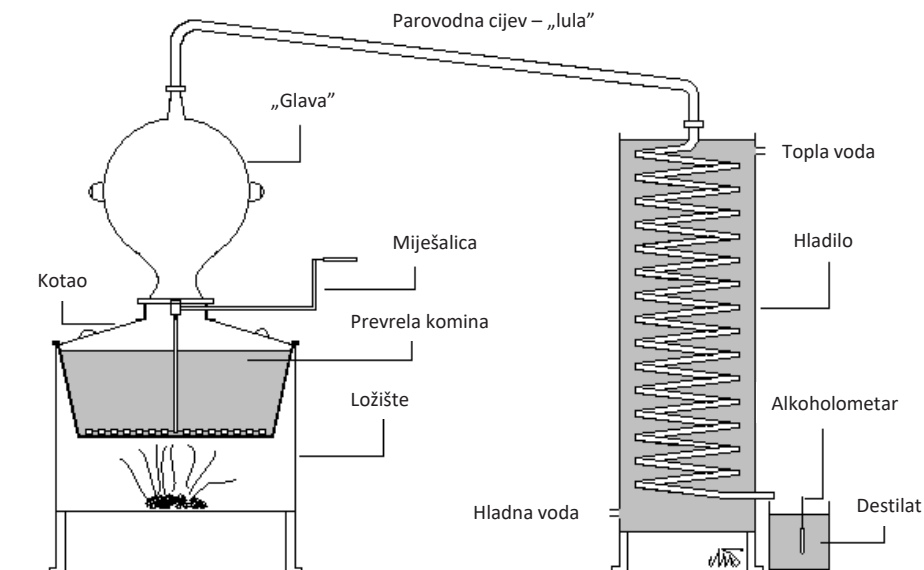
Destilacija je postupak pri kojem se grijanjem tekućina koje sadrže etanol odvajaju hlapljive tvari od nehlapljivih i pretvaraju u plinovito stanje. U sljedećem koraku pare se hlađenjem prevode u tekuće stanje. Tako dobiven destilat sadrži većim dijelom etanol i vodu, a manjim dijelom i ostale primjese.

Tekućine koje se podvrgavaju destilaciji mogu biti proizvodi fermentacije vina, komine ili bilo koje druge sirovine, ali je nužno da sadrže određenu količinu alkohola. Budući da destilacija slijedi nakon fermentacije, da bi se dobio destilat visoke kakvoće, oba procesa (fermentacija i destilacija) moraju biti usklađena i optimirana jer bez dobro vođene fermentacije nema ni dobrog destilata bez obzira na vođenje procesa destilacije. Uz pretpostavku dobro vođenih procesa jedan od preduvjeta proizvodnje kvalitetnog proizvoda je i visokokvalitetna ulazna sirovina.

Cilj je destilacije izdvojiti etanol u povoljnom omjeru s primjesama tako da se postigne željena kvaliteta destilata. Često je potrebno provesti destilaciju u nekoliko koraka, pri čemu se postupno povećava koncentracija alkohola, a koncentracija primjesa se smanjuje. Destilacija se može provesti u kotlu ili u koloni.

Destilacija u kotlu

Destilacija u kotlu može biti jednostruka i dvostruka. **Jednostruka destilacija** provodi se najčešće u bakrenim kotlovima. Bakar je dobar vodič, a ujedno sudjeluje i u transformacijama koje se događaju tijekom proizvodnje. Prevrta komina zagrijava se u kotlu, isparava i dolazi kroz cijev u hladilo. U hladilu u protustruji cirkulira hladna voda koja hladi pare. Pare se kondenziraju i pri dnu se izdvaja destilat (slika 9.2.).



Slika 9.2. Jednostruka destilacija (Blesić i sur., 2013)

Kod dvostruke destilacije, za prvu destilaciju kotao se puni na 2/3 volumena prevrelom kominom. Tijekom destilacije etanol se koncentrira i odvajaju se kruti sastojci, isparava voda, alkohol i ostale tvari. Dobiveni proizvod prve destilacije koji sadrži 20–50 % vol. alkohola zove se **meka rakija**.

Za drugu destilaciju kotao se puni na 2/3 volumena destilatom iz prve destilacije. Tijekom postupka dodatno se koncentriraju etanol i druge poželjne tvari, a uklanjaju nepoželjne. Po provedenom postupku nastaju tri frakcije: prvijenac, srce i patoka. Frakcija srce sadržava 60–70 % vol. alkohola (Blesić i sur., 2013; Mrvčić, 2021a).

Destilacija u koloni

Proces višekratne destilacije u složenim kolonskim uređajima naziva se rektifikacija. **Rektifikacija** ima za cilj rafinaciju (pročišćavanje) koja se postiže višekratnim kontaktom pare i tekućine. S ciljem povećanja površina za kontakt između parne i tekuće faze, u kolonu se ugrađuju tzv. podovi (tavani).

U destilacijskoj koloni dolaze u kontakt komina (koja preko podova teče prema dolje) i vodena para (koja struji u suprotnom smjeru od komine), pri čemu se alkohol postupno izdvaja iz komine. Alkoholno-vodene pare mogu se višekratno vraćati u destilacijsku kolonu s ciljem postizanja veće čistoće. Pročišćene i pojačane alkoholno-vodene pare odvođe se na kondenzaciju i hlađenje. Tako dobiveni destilat naziva se **rafinirani (rektificirani) destilat**.

Ovisno o provedenom postupku razlikuje se količina alkohola u jakim alkoholnim pićima. Jednostrukom destilacijom u kotlu postiže se koncentracija alkohola 20–40 % vol. Redestilacijom u kotlu (dvostrukom destilacijom) koncentracija alkohola povećava se na 85 % vol. Rektifikacijom u destilacijskoj koloni postiže se maksimalna koncentracija alkohola u destilatu od 96 % vol. Tako dobiveni proizvod naziva se **rafinirani alkohol** ili **etilni alkohol poljoprivrednog podrijetla**.

Sirovi destilat dobiven postupkom destilacije oštrog je i neugodnog mirisa i okusa te neujednačene i nestabilne arome. S ciljem poboljšavanja senzorskih svojstava sirovi destilat se podvrgava procesu dozrijevanja (starenja).

Dozrijevanje (starenje) je provođenje prirodnih procesa oplemenjivanja destilata, ali i samih jakih alkoholnih pića u odgovarajućim posudama. Dužina dozrijevanja varira od nekoliko dana do duže od 10 godina. Dozrijevanje se često provodi u drvenim, najčešće hrastovim bačvama. Tijekom dozrijevanja u drvenim bačvama dolazi do fizikalno-kemijskih promjena na destilatu uslijed interakcije s drvetom. Također, tijekom tog procesa dolazi do promjene boje, okusa, arome i sastava jakih alkoholnih pića.

Rakije su destilirana jaka alkoholna pića dobivena destilacijom prevrelog soka, masulja ili komine grožđa, drugog voća, žitarica te proizvoda prerade šećera, na manje od 86 % vol. alkohola. Tijekom procesa proizvodnje ne smiju se dodavati alkohol, šećer ni arome. Jaka alkoholna pića mogu se proizvoditi i destilacijom prevrelih ostalih poljoprivrednih sirovina.

9.3.1. Rakije od vina

Rakije od vina su jaka alkoholna pića koja se proizvode isključivo iz vinskog destilata koji je dobiven destilacijom vina na manje od 86 % vol. alkohola. Rakije od vina ne smiju se aromatizirati, a smiju sadržavati jedino karamel kao sredstvo za prilagodbu boje. Alkoholna jakost kada se stavlja na tržište kao gotov proizvod je najmanje 37,5 % vol. alkohola (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2009). Na hrvatskom tržištu najpoznatije rakije iz te skupine su vinjak i stari vinjak.

Vinjak je rakija od vina koja se stavlja na tržište Republike Hrvatske, a da je dozrijevala najmanje jednu godinu u hrastovim spremnicima ili najmanje šest mjeseci u hrastovim bačvama. Svaka godina dozrijevanja označava se jednom zvjezdicom. Tijekom odležavanja odvijaju se složeni oksido-redukcijski procesi koje kataliziraju kisik iz zraka (a koji se nalazi u mikroprostorima hrastovine) i taninske komponente iz hrastovine.

Stari vinjak je rakija od vina koja se stavlja na tržište Republike Hrvatske, a uvjet za tu kategorizaciju je dozrijevanje najmanje tri godine u hrastovim bačvama.

Rakije od vina popularno se diljem svijeta nazivaju još i brendiji. Naziv brendi (*brandy*) potječe od nizozemske riječi *brandewijn* – „goruće vino“. U Europi postoji nekolicina specifičnih svjetski poznatih i regionalno određenih i zaštićenih rakija od vina – brendija. Najpoznatiji su podrijetlom iz Francuske: *cognac* i *armagnac*, ali cijenjeni su i neki drugi europski brendiji (primjerice u Španjolskoj *Sherry*, u Njemačkoj *Asbach Uralt*, u Grčkoj *Metaxa* i sl.).

Cognac

Cognac je naziv dobio po istoimenom gradu u francuskoj pokrajini Charente, pa taj naziv može nositi samo jako alkoholno piće (brendi) proizvedeno u toj francuskoj pokrajini. S toga geografskog područja mora potjecati grožđe, a ondje se moraju izvršiti i prerada u vino kao i destilacija te odležavanje.

Važnost geografskog podrijetla toga jakog alkoholnog pića najbolje opisuje fraza: „Svaki *cognac* je brendi, ali svaki brendi nije *cognac*!“

Proizvodnja *cognaca* započela je u 16. stoljeću kada su trgovci iz sjeverne Europe željeli ponijeti kući vino iz toga dijela Francuske. Da bi zauzelo manje mjesta na brodu, vina su se kuhala kako bi im se smanjio volumen, a nakon povratka kući razrjeđivala su se vodom. Primijećeno je da ugušćena vina iz pokrajine Charente imaju najbolji okus nakon razrjeđivanja vodom, čak bolji od ishodišnog vina. Prvi poduzetnik koji je pokrenuo proizvodnju bio je Jean Martell, po kojem danas nosi ime i jedan od najpoznatijih *cognaca*.

Vino za proizvodnju *cognaca* proizvodi se od bijelog grožđa (sorte *ugni blanc*, *folle blanche* i *colombard*). Te sorte daju slaboalkoholno vino s puno kiselina koje je odlično za destilaciju. Vino fermentira do 10 % vol. alkohola i podvrgava se dvostrukoj destilaciji. Prvi destilat sadrži 28 % vol. alkohola, a drugi destilat do 72 % vol. alkohola. Po završetku destilacije *cognac* odležava godinu dana u novim bačvama i potom se prebacuje na nastavak odležavanja u stare bačve od francuske hrastovine. Najkraće vrijeme odležavanja je dvije godine, ali odležavanje može trajati i do 50 godina. Odležavanje se uvijek provodi isključivo u bačvi, a nikad u boci (Walton, 2006).

Oznake na *cognacu* odražavaju vrijeme odležavanja (BNIC, 2015):

- **VS**: odležavanje traje najmanje 2 godine. Takav *cognac* može također nositi oznake: *3 Etoiles*, *Sélection*, *De Luxe*, *Very Special*
- **VSOP**: odležavanje traje najmanje 4 godine. Takav *cognac* može također nositi oznake: *Réserve*, *Vieux*, *Rare*, *Royal*, *Very Superior Old Pale*
- **XO**: odležavanje traje najmanje 10 godina. Takav *cognac* može također nositi oznake: *Hors d'âge*, *Extra*, *Ancestral*, *Ancêtre*, *Or*, *Gold*, *Impérial*, *Extra Old*
- **XXO**: odležavanje traje najmanje 14 godina. Takav *cognac* može također nositi oznake: *Extra Extra Old*.

Armagnac

Armagnac je brendi koji je s obzirom na podrijetlo grožđa i preradu regionalno ograničen na francusku pokrajinu Gaskonju (*Gascogne*). Vino za dobivanje tog brendija potječe od različitih vrsta grožđa, a za dozrijevanje se koriste bačve od lokalnoga crnog hrasta. Za razliku od *cognaca*, *armagnac* se destilira samo jednom, pa je drugačije boje i mirisa od *cognaca*. Boja mu je svjetlija budući da se za razliku od *cognaca* ne dodaje karamel.

Armagnac dozrijeva također najmanje 2 godine. Ovisno o trajanju dozrijevanja primjenjuje se isti sustav etiketiranja kao za *cognac* (VS, VSOP, XO). Ako se miješa više brendija i ističe se oznaka godišta, ona se mora uvijek odnositi na godište najmlađeg brendija u mješavini.

Ostali europski brendiji

Španjolska je najvažniji proizvođač brendija nakon Francuske. Najpoznatiji španjolski brendi je **Sherry**, čija je proizvodnja koncentrirana u pokrajini Jerez. *Sherry* se proizvodi od prezreloga grožđa, a dozrijevanje se obavlja postupkom poznatim kao frakcijsko miješanje (sustav solera). U dozrijevanju po tom postupku bačve su podijeljene u redove, dio po dio fermentira u redovima, novi alkohol ulazi na najgornji red i u intervalima po nekoliko mjeseci spušta se u red niže, gdje zamjenjuje sličnu količinu u redu ispod i tako red po red. U tijeku višegodišnjeg sazrijevanja stalno se vrši sljublivanje. *Sherry* ne nosi oznaku godine.

Njemački tradicionalni brendi naziva se *Asbach Uralt*. Specifičnost njegove proizvodnje je postupak dozrijevanja od 18 mjeseci.

Grčki brendi nosi tradicionalni naziv *Metaxa*. Proizvodi se industrijski od grožđa koje nije zadovoljavajuće kvalitete za vino. Kvaliteta se označava zvjezdicama na etiketi (3*–7*) (Walton, 2006).

9.3.2. Rakije od prevrele komine grožđa i vinskog taloga

Rakije od prevrele komine grožđa proizvode se isključivo od fermentirane groždane komine i destiliraju se neposredno s vodenom parom ili se destiliraju nakon dodavanja vode komini grožđa. Odatle potječe i njihov popularni naziv – **komovica**. Gotov proizvod na tržištu mora sadržavati najmanje 37,5 % vol. alkohola. U tu se skupinu ubrajaju poznate rakije iz Italije (*grappa*) ili Španjolske (*orujo*).

Rakija dobivena destilacijom prevrele komine grožđa koristi se kao bazna rakija za izradu specijalnih rakija. U Istri se tako dobivena rakija zove **istarska rakija** i osnova je za proizvodnju tipičnih rakija tog područja – biske, rute i medice (Mujić, 2010).

Kod proizvodnje **biske**, nakon što se bazna rakija razrijedi destiliranom vodom do udjela od 40 % vol. alkohola, odvaja se manja količina tako pripremljene rakije u kojoj se maceriraju⁴⁷ listovi imele (20 – 45 dana). Procijeđeni macerat dodaje se baznoj rakiji.

Ruta je istarska rakija kojoj je dodan ekstrakt biljke rute, a proizvodi se na vrlo sličan način kao biska. Nakon što su se u manjoj količini bazne rakije macerirali svježi listovi rute (10–30 dana), macerat se procijedi i dodaje se baznoj rakiji.

Medica je istarska rakija koja se proizvodi na način da se bazna rakija najprije razrijedi na željenu koncentraciju, a zatim se u jedan dio dodaje med uz stalno miješanje. Kada se med otopi, dio s medom dodaje se razrijeđenoj baznoj rakiji.

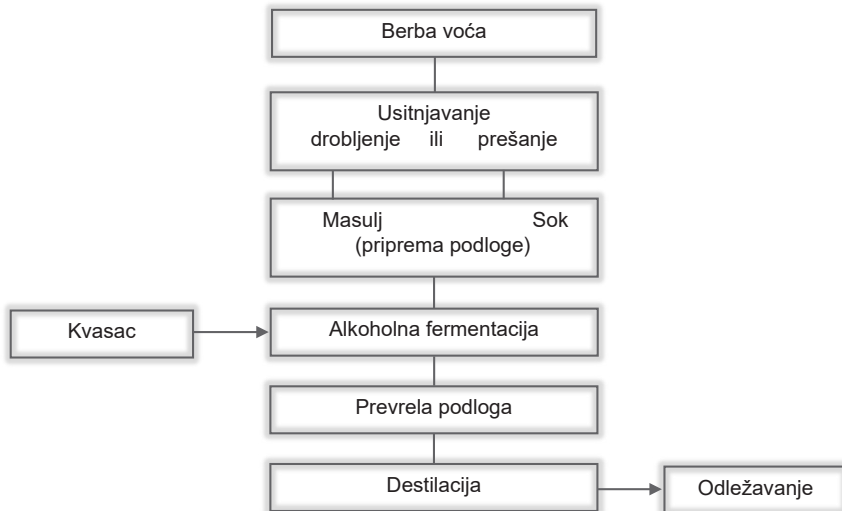
Rakija od vinskog taloga dobiva se destilacijom vinskog taloga na manje od 86 % vol. alkohola. Ta se rakija naziva i droždenka (Mujić, 2010).

9.3.3. Rakije od voća

Rakije od voća su jaka alkoholna pića proizvedena isključivo alkoholnom fermentacijom i destilacijom mesnatih plodova voća ili mošta od voća, bobica ili zelenih dijelova (s košticama ili bez njih). Ne smiju se aromatizirati. Gotovi proizvod na tržištu mora sadržavati najmanje 37,5 % vol. alkohola. Mogu se proizvoditi od različitih vrsta voća (trešnja, višnja, šljiva, breskva, jabuka, kruška, marelica, smokva, agrumi, grožđe i dr.). Na tržištu se označava kao rakija od „vrsta voća“.

⁴⁷ Maceracija: postupak ekstrakcije biološki aktivnih spojeva ljekovitog i aromatskog bilja, voća ili plodova u vodeno-alkoholnu bazu pri sobnoj temperaturi.

Postupak proizvodnje tih rakija sličan je za sve vrste voća. Plodovi se beru bez peteljki, po potrebi muljaju i pune u posude za fermentaciju. Branje plodova treba provesti u stanju potpune zrelosti, kada je sadržaj šećera najviši, a aroma najrazvijenija. Kod koštičavih plodova važan je i omjer koštice i mesnatog dijela ploda. Poslije branja voće se usitnjava, drobi ili preša. Tako dobivenoj masi dodaje se kvasac koji provodi alkoholnu fermentaciju. Po završetku alkoholne fermentacije provodi se destilacija fermentirane komine, odležavanje i dogotovljavanje rakije (Mujić, 2010; Stehlik-Tomas i Grba, 2010) (slika 9.3.).



Slika 9.3. Blok-shema proizvodnje voćnih rakija (prerađeno prema: Stehlik-Tomas i Grba, 2010)

U Hrvatskoj su najpoznatije rakije od voća: rakija od šljiva, rakija od trešanja, rakija od bresaka, rakija od marelica i rakija od dunja. U tu se skupinu ubraja i rakija od grožđa – lozovača ili loza. **Lozovača** se proizvodi destilacijom prevrelom masulju grožđa bez otakanja vina. Način proizvodnje te tipične i zaštićene hrvatske rakije opisan je na kraju ovog poglavlja.

Poznate svjetske rakije od voća

Calvados je rakija od jabuka koja se tradicionalno proizvodi u Normandiji od 16. stoljeća. U područjima u kojima zbog klimatskih uvjeta ne uspijeva grožđe najvažnije sirovine za destilaciju su jabuke.

Tijekom proizvodnje jabuke fermentiraju u jabučno vino (5–6 % vol. alkohola), koje se potom podvrgava ili destilaciji u kotlu (za vrhunske *calvados* iz područja *Pays d’Auge*) ili neprekinutoj dvostrukoj destilaciji (za sve ostale tipove *calvadosa*). Nakon destilacije provode se u bačvama od francuskog hrasta odležavanje i dozrijevanje. Odležavanje traje od dvije do šest ili više godina. Što je vrijeme dozrijevanja kraće, to je jače izražena aroma jabuke, a što je duže, to je više izražena aromatična nota vanilije. Gotovo piće na tržištu ima jakost 40–45 % vol. alkohola.

U Sjedinjenim Američkim Državama proizvodi se jako alkoholno piće vrlo slično *calvadosu* koje se naziva **Applejack**. Razlika u njegovoj proizvodnji u odnosu na proizvodnju *calvadosa* u tome je što se provodi dvostruka destilacija, a vrijeme dozrijevanja u hrastovim bačvama je 5 godina.

Ostale svjetske poznate rakije proizvode se od sljedećeg voća: trešanja (*Kirch*), žutih šljiva (*Mirabelle*), krušaka viljamovki (*Poire Williams*), marelica (*Barack Palinka*), dunja (*Coing*), divljih šljiva (*Prunelles*), crnih šljiva (*Quetch*) te šljiva (*šljivovica*) (Walton, 2006).

9.3.4. Žitne rakije

Žitne rakije su jaka alkoholna pića dobivena destilacijom prevrele žitne komine. Proizvode se destilacijom prevrelih ošećerenih supstrata dobivenih iz žitarica. Razlika u proizvodnji u usporedbi s ostalim vrstama rakija u tome je što se prije fermentacije škrob mora razgraditi do fermentabilnih šećera pomoću slada ili amilolitičkih enzima jer kvasci iz roda *Saccharomyces* koji se koriste za fermentaciju ne mogu previrati škrob.

Glavne faze proizvodnje žitnih rakija su: ukomljavanje i ošećerenje supstrata, fermentacija, destilacija, dorada i zrenje. Najpoznatije žitne rakije su: viski (*whisky/whiskey*), votka i *gin* (Stehlik-Tomas i Grba, 2010).

Whisky/Whiskey

Naziv *whisky/whiskey* potječe od keltske reči *usque*, što u prijevodu znači 'voda', a njegovo drevno ime glasilo je *usque beatha*, što znači 'voda života'. Zapisi o destilaciji za njegovu proizvodnju potječu iz 12. stoljeća, kada su irski doseljenici stigli u Škotsku. Pojam *whisky* (*water of life*) koristi se od sredine 18. stoljeća. Iako je Škotska pradomovina *whiskya*, tehnologija proizvodnje poslije je prenijeta u mnoge zemlje svijeta, pa su danas najveći proizvođači uz Škotsku i Irsku još i SAD, Kanada i Japan. Način zapisivanja već na prvi pogled odaje razliku između škotskog i kanadskog (*whisky*) te američkog i irskog (*whiskey*) podrijetla.

Ovo jako alkoholno piće proizvodi se destilacijom kaše žitnog slada, jednom ili više destilacija na manje od 94,8 % vol. alkohola, tako da destilat zadržava okus po upotrijebljenoj sirovini. Dozrijevanje konačnog destilata traje najmanje 3 godine u bačvama od 700 l. Proizvodi se pretežito od ječmenog slada, ali može i od raži, kukuruza ili pšenice. Gotov proizvod na tržištu mora sadržavati najmanje 40 % vol. alkohola.

Okus i miris *whiskya/whiskeya* uvelike ovise o tehnologiji proizvodnje: sušenju slada, fermentaciji, destilaciji i starenju. Tijekom starenja alkoholnih destilata u proizvodnji *whiskya* odvijaju se složeni biokemijski i oksido-redukcijski procesi. Pod utjecajem kisika iz zraka koji prodire kroz pore hrastovih bačvi nastaju složeni organski spojevi (mirisne komponente). U prvoj godini događaju se značajne promjene u okusu i mirisu, tako da se već po isteku jedne godine dobiva *whisky/whiskey* zadovoljavajuće kvalitete. Proces sazrijevanja može trajati 2–12 godina. Nakon sazrijevanja *whiskyu* se dodaje prirodna boja te se jakost prilagođava razrjeđivanjem demineraliziranom vodom (Stehlik-Tomas i Grba, 2010).

Škotski whisky – Scotch

Škotski *whisky* najčešće se proizvodi od ječma i takav nosi oznaku **malt**. Može se proizvoditi i od drugih žitarica (raž, kukuruz ili pšenica) te tada nosi oznaku **grain**.

Karakterističnu aromu škotskom *whiskyu* daje sušenje slada vrućim dimom uz dodatak treseta te odležavanje u hrastovim bačvama najmanje 3 godine. Odležavanje i dozrijevanje može biti do 12 godina.

Oznaka **Single malt** podrazumijeva da je *whisky* proizveden isključivo od ječmenog slada, i to uvijek samo u jednoj destileriji. Destiliraju se dva puta.

Oznaku **Vatted malts** nose *whiskyi* dobiveni miješanjem više *single maltova*. Mješavina može sadržavati i do 20 različitih *single maltova*. Oznaka *vatted* označava mješavinu istih tipova *whiskya* (uvijek samo *malt* i *malt* ili samo *grain* i *grain*).

Oznaka **Single barrel/cask whisky** podrazumijeva odležavanje u jednoj bačvi.

Blended označava mješavinu različitih tipova *whiskya* (*malt* i *grain*), iz jedne ili više destilerija. Sastav mješavine tajna je svakog proizvođača. Cilj je miješanja dobivanje novoga, jedinstvenog okusa, pri čemu se mora zadržati dosljednost kvalitete i ispuniti očekivanja potrošača.

Irski whiskey

Proizvodi se od slada i neprerađenog ječma, bez korištenja treseta prilikom sušenja. Karakterizira ga blaži okus, trostruka destilacija i odležavanje u hrastovim bačvama najmanje 3 godine.

Američki whiskey

Naviku pjenja *whiskeya* u Sjedinjene Američke Države donijeli su britanski i irski doseljenici, a u Americi se počinje proizvoditi od 18. stoljeća. Prije toga dominirao je tamni rum. Najpoznatiji američki *whiskey* je *bourbon*.

Bourbon se proizvodi od smjese ječma i kukuruza (udio kukuruza mora biti najmanje 51 %). Posjeduje specifičnu aromu zahvaljujući dozrijevanju u bačvama od nagorenoga američkog hrasta iz kojih se oslobađaju vanilin i tanin koji utječu na formiranje arome. Oznaka *Kentucky Bourbon* je zaštićena, a može ju nositi samo *whiskey* iz okruga Bourbon u saveznoj državi Kentucky.

Kanadski whisky

Osnovna sirovina za njegovu proizvodnju je raž, a mogu se koristiti još i kukuruz i ječam. Iz tog razloga njegov je drugi naziv *Rye whisky*. Destilirira se kontinuirano, a dozrijeva najmanje 3 godine u novim bačvama (najčešće 10, 12 ili 18 godina). Sadrži 40 % vol. alkohola (Walton, 2006).

Gin

Gin je podrijetlom iz Nizozemske, gdje se počeo proizvoditi u 16. stoljeću. Ime mu potječe od nizozemskog naziva za borovicu (*genever*). Tijekom 17. stoljeća zbog svoje niske cijene *gin* postaje vrlo popularno piće u Velikoj Britaniji, i to upravo među najsiromašnijim stanovništvom. Nazivali su ga „čaj siromaha“. Tek potkraj 19. i početkom 20. stoljeća postaje otmjenije piće koje su pile uglavnom žene.

Gin se ubraja u skupinu žitnih rakija koje se tradicionalno proizvode od ječmenog slada i žitarica (kukuruz, pšenica, raž). Aromatiziranje senzorski odgovarajućega etilnog alkohola obavlja se bobicama borovice (*Juniperus communis* L). Najpoznatije vrste *gina* su destilirani *gin*, *London gin* i *Dutch Genever*.

Destilirani gin proizvodi se na način da se nakon pripreme žitnog i ječmenog slada miješaju slad i žitarice u željenom omjeru i provodi se ukomljavanje i ošecerenje komine (ili dodanim ječmenim sladom ili enzimima). Nakon fermentacije od nekoliko dana provodi se višestruka destilacija i dio se destilata redestilirira uz dodatak borovice.

London gin vrsta je destiliranog *gina* koja se dobiva od etilnog alkohola, a aromatizira se isključivo prilikom redestilacije etilnog alkohola u tradicionalnim kotlovima uz prisutnost svih upotrijebljenih biljnih tvari. Naziv *London gin* može se dopuniti i izrazom *dry* (42 % vol. alkohola). Najpoznatiji *London gin* je *Beefeater*. Specifičnost je njegove proizvodnje u natapanju kore limuna, kore *Sevilla* naranče, borovica, anđelike i korijandra u žitnom sladu (ječam i raž) 24 sata prije destilacije.

Dutch Genever je *gin* koji se razlikuje od engleskoga po znatno oštrijem okusu koji potječe od žitnog slada. Žitni slad koji je polazna sirovina mješavina je ječma, raži i kukuruza (Mrvčić, 2021b).

Votka

Votka je bistra žitna rakija neutralnog okusa i mirisa koja se upravo zahvaljujući tim svojstvima često koristi kao osnova za likere, koktele ili aromatizirane rakije. Podrijetlom je iz Rusije i Poljske, a i danas se najviše proizvodi upravo u baltičkim zemljama. Naziv *votka* potječe iz ruskog jezika (*vodka*) i znači 'vodica'.

Proizvodi se iz etilnog alkohola krumpirovog ili žitnog podrijetla koji se nekoliko puta uzastopce destilira s ciljem dobivanja što koncentriranijeg proizvoda (96 % vol. alkohola), i to bez nečistoća koje mogu utjecati na boju, miris ili okus.

Destilacija i rektifikacija provode se kontinuirano u destilacijskim kolonama na više podova. Osobito pažljivim izvođenjem destilacije i rektifikacije (kroz 3–5 kolona) te filtriranjem destilata kroz aktivni ugljen dobiva se alkohol takve čistoće da se nakon razrjeđivanja demineraliziranim vodom može odmah koristiti kao gotov proizvod (Stehlik-Tomas i Grba, 2010).

Danas se votka sve češće proizvodi od kukuruza jer je to najjeftinija sirovina. Izvan baltičkih zemalja mogu se koristiti i druge sirovine za proizvodnju, što u tom slučaju mora biti naznačeno. Među ostalim sirovinama najčešće se koristi raž.

Minimalna alkoholna jakost votke kao gotovog proizvoda na tržištu je 37,5 % vol. alkohola, a najčešće se alkoholna jakost komercijalnih proizvoda kreće u rasponu 40–55 % vol. alkohola.

Proizvodnja votke započinje mljevenjem krumpira ili kukuruza koji se potom ukomljavaju i kuhaju. U toplu masu dodaje se ječmeni slad ili enzimi, čime se osigurava transformacija škroba u šećer. Potom se cjelokupna masa podvrgava alkoholnoj fermentaciji pomoću kvasaca te višestrukim uzastopnim destilacijama. Po razrjeđivanju na željenu alkoholnu jakost (40–55 % vol. alkohola) provodi se filtracija uz pomoć aktivnog ugljena s ciljem uklanjanja eventualnih zaostalih nečistoća. Votka se često aromatizira dodatkom ekstrakta voća ili bilja (Mrvčić, 2021b).

Neke od poznatijih svjetskih votki su: poljske votke (*Żubrówka* [čit.: žubrufka]: votka s bivoljom travom; *Wiśniówka* [čit.: višnjufka]: votka s višnjama i *Kurant*: votka s crnim ribizom) te skandinavske votke: *Finlandia* i *Absolut*.

9.3.5. Šećerne rakije

Šećerne rakije su jaka alkoholna pića koja se proizvode destilacijom prevrelih poluproizvoda prerade šećerne trske. Rjeđe se šećerne rakije mogu proizvoditi i alkoholnom fermentacijom te destilacijom soka od šećerne trske. Najpoznatija šećerna rakija je rum.

Rum

Rum je jako alkoholno piće iz skupine šećernih rakija koje se proizvodi najčešće alkoholnom fermentacijom i destilacijom melase⁴⁸ ili sirupa dobivenih u proizvodnji šećera od šećerne trske (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2009).

Rum se počeo proizvoditi u 16. stoljeću nakon što se na Karipskom otočju počela prerađivati šećerna trska. Upravo je rum imao presudnu ulogu u trgovini robljem, budući da su se afrički

⁴⁸ Melasa: gusta smeđa tekućina koja zaostaje kao poluproizvod kod proizvodnje šećera.

robovi prodavali na Karibe za melasu. Melasa se odvozila u Ameriku i prerađivala u rum, a rumom su se zatim plaćali odlasci u Afriku po nove robove. Danas su najveći svjetski proizvođači ruma: Karibi, istočni dio Južne Amerike, Filipini, Mauricijus, SAD i Australija. Tijekom procesa proizvodnje ruma nije dozvoljeno aromatiziranje, ali se može dodavati karamel. Gotov proizvod na tržištu mora sadržavati najmanje 37,5 % vol. alkohola. Na tržištu se mogu naći: tamni, zlatni, premium, svijetli i aromatizirani rum.

Tamni rum, koji se ujedno smatra i kvalitetnijim, proizvodi se dvostrukom destilacijom u bakrenim kotlovima, nakon čega dozrijeva u bačvama. Što je dozrijevanje duže, boja je tamnija. **Zlatni rum** dozrijeva nekoliko godina u drvenim bačvama uslijed čega se formira intenzivnija aroma i jača boja. **Premium rum** dozrijeva više od 20 godina, karakteriziraju ga jaka boja i aroma (Walton, 2006). **Svijetli rum** proizvodi se kontinuiranom destilacijom (rektifikacijom). Podvrgava se kratkotrajnom starenju, u trajanju od jedne godine i uobičajeno se koristi za koktele. **Aromatizirani rum** proizvodi se uz dodatak različitih ekstrakata, primjerice naranče, kokosovog oraha, banana i dr.

Na tržištu postoji i zamjena za rum pod nazivom *Domaći rum*. **Domaći rum** (*Room*) u Hrvatskoj je tradicionalna zamjena za šećernu rakiju rum, ali inačice su popularne i u nekim državama bivše Austro-Ugarske Monarhije (Austrija, Poljska, Češka). Proizvodi se aromatiziranjem etilnog alkohola poljoprivrednog podrijetla i bojenjem karamelom.

9.3.6. Jaka alkoholna pića od ostalih poljoprivrednih sirovina

Tequila je jako alkoholno piće proizvedeno destilacijom fermentiranog soka agave zaštićeno oznakom izvornosti Meksika. **Tequila** se proizvodi od plave agave, pustinske biljke iz porodice ljljiana. Kada agava sazrije (za što je potrebno oko 8 godina), vadi se središnji dio – srce. Srce, koje se naziva *piña* (jer podsjeća na ananas) zagrijava se (eventualno i dimi) te ošećerava, pri čemu se nefermentabilni šećeri prevode u fermentabilne. Sok agave (100 %) podvrgava se fermentaciji pomoću selekcioniranih ili divljih kvasaca. Tijekom fermentacije mogu se dodati i melasa ili šećer. Nakon fermentacije provodi se destilacija u bakrenim kotlovima. Alternativno, može se provoditi i dozrijevanje tijekom 2–12 mjeseci u starim bačvama. Dužim starenjem može doći do gubitka arome. Za pojačavanje boje može se dodati karamel (Mrvčić, 2021b).

9.4. Likeri

Početak proizvodnje likera bilježi se u samostanima tijekom 13. i 14. stoljeća. Redovnici su sakupljali i uzgajali ljekovito bilje i začine te njihovom ekstrakcijom dobivali gorke napitke koje su koristili najprije kao lijek, a s vremenom su im počeli dodavati šećer. Potkraj srednjeg vijeka Talijani su postali najpoznatiji po umijeću proizvodnje likera, a od 16. stoljeća francuski redovnici pripremaju liker *Benedictine* po tajnom receptu. Od tada sve do danas Italija i Francuska najveći su proizvođači likera. Od 18. stoljeća likeri se sve manje koriste kao lijekovi, a sve više kao uživala. Dvadesetih i tridesetih godina 20. stoljeća pojavom koktela likeri naglo dobivaju na popularnosti upravo zbog svojega potencijala miješanja u mnoge koktele.

Likeri su jaka alkoholna pića koja sadrže najmanje 70–100 g/l šećera i najmanje 15 % vol. alkohola. Naziv likeri potječe od latinske riječi *liquefacio*, što znači otopiti u tekućini.

Likeri se mogu proizvoditi aromatiziranjem etilnog alkohola poljoprivrednog podrijetla ili destilata poljoprivrednog podrijetla ili jednog ili više jakih alkoholnih pića ili njihovih mješavina, uz dodatak biljnih macerata, ekstrakta, začina, vrhnja, mlijeka, jaja, čokolade i dr. Uz proizvodnju likera često se povezuju pojmovi: maceracija, macerat i destilat macerata.

Maceracija je postupak potapanja voća, bilja i/ili začina u alkoholnu bazu, pri čemu dolazi do ekstrakcije aromatskih i biološki aktivnih spojeva (aroma, pigmenata i drugih tvari) u alkohol. Učinak ekstrakcije ostvaruje se zahvaljujući difuziji tvari iz područja više koncentracije u područje niže koncentracije. Obojena otopina koja se dobiva na takav način naziva se **macerat**.

Ako se tako dobiveni macerat destilira, dobiva se **destilat macerata**, koji sadrži hlapljive tvari koje su iz potopljene tvari prešle najprije u macerat pa zatim u destilat. Za razliku od macerata, destilat macerata je bezbojan. Likeri se mogu podijeliti u tri skupine: likeri od bilja i začina, voćni likeri i krem-likeri (Mrvčić 2021c).

9.4.1. Likeri od bilja i začina

Likeri rijetko sadrže samo jednu biljku – one se uglavnom kombiniraju prema recepturama koje su često tajna. Kombiniraju se biljke različitih svojstava, okusa i sadržaja aktivnih komponenata koje se međusobno slažu i nadopunjuju. Procesu maceracije mogu se podvrgnuti cijele biljke ili neki njihovi dijelovi: list, cvijet, plod, kora ili korijen.

Za proizvodnju likera može se koristiti suho i svježe bilje. Iako se za likere može koristiti samoniklo bilje, za potrebe proizvodnje većih količina i postizanje stabilnosti kvalitete koristi se kultivirano bilje. Najpoznatiji likeri iz te skupine su likeri s anisom.

Likeri s anisom

Likeri s anisom tradicionalno se proizvode u mediteranskim zemljama pod različitim imenima. U Francuskoj *pastis*, u Grčkoj *ouzo*, u Italiji *sambuca*, u Španjolskoj *anis*, u Siriji *arak* te u Turskoj *raki*.

Pastis je jedno od najvažnijih tradicionalnih pića u Europi. Korijen naziva je u iskrivljenoj francuskoj riječi *pastiche*, što znači 'mješavina'. Naziv potječe od specifičnog svojstva zamućenja do kojeg dolazi u dodiru s vodom. Za proizvodnju pastisa maceriraju se različite biljke i začini u čistom alkoholu uz dodatak šećera i anisa, a macerat se potom destilira. Najpoznatiji među pastisima je *Absint*.

Absint je jako alkoholno piće koje je, iako se proizvodi od 18. stoljeća, popularnost steklo početkom 20. stoljeća, i to među umjetnicima. U SAD-u i Francuskoj zabranjen je 1915. godine kada je uočeno da sadrži neurotoksične komponente koje kod pijenja izazivaju halucinacije. Specifične je arome koja potječe od pelina, anisa i komorača. Ima vrlo veliku alkoholnu jakost (65–70 % vol. alk.), a pije se u kombinaciji s vodom i šećerom.

Ouzo je nacionalno piće Grčke, gdje je to ime i zaštićeno. Proizvodi se maceracijom anisa i kombinacije začina (klinčić, cimet, korijandar, komorač) u alkoholu, a macerat se potom destilira. Sadrži oko 45 % vol. alkohola. Pri miješanju s vodom također se zamuti kao i pastis.

Sambuca je bezbojni liker koji se tradicionalno proizvodi u Španjolskoj, i to aromatiziranjem alkohola eteričnim uljem zvjezdastog anisa. Najmanji sadržaj alkohola je 38 % vol. (Walton, 2006).

9.4.2. Voćni likeri

Voćni likeri jaka su alkoholna pića čiji svojstven okus i miris potječu od voća koje se koristi u njihovoj proizvodnji. Najpoznatiji su višnjevac, orahovac i *limoncello*.

Višnjevac se proizvodi maceracijom plodova višnje u čistom alkoholu, uz dodatak šećera i to pri sobnoj temperaturi tijekom 4–5 tjedana. Nakon filtriranja macerat dozrijeva u zatvorenim bocama 2–3 mjeseca. Udio alkohola u gotovom proizvodu je oko 31 % vol.

Orahovac potječe iz Italije (liker *nocino*). Osnova za njegovu proizvodnju je alkoholni macerat i/ili destilat cijelih zelenih oraha. Okus mu je karakteristično slatkasto-gorak prožet mirisom klinčića, korijandra, zrna kave i limuna. Njegova alkoholna jakost manja je u odnosu na ostale likere (sadrži najmanje 30 % vol. alkohola).

Limoncello je poznati talijanski liker svijetložute boje, dobiven maceracijom kore limuna uz dodatak šećera.

9.4.3. Krem-likeri

Krem-likeri su jaka alkoholna pića koja sadrže najmanje 250 g/l šećera i najmanje 15 % vol. alkohola. Proizvode se miješanjem etilnog alkohola poljoprivrednog podrijetla s dodacima (jaja, kava, čokolada, lješnjak i sl.) koji su emulgirani s mlijekom ili vrhnjem. Najčešće se proizvode s okusom kave, čokolade ili jaja.

Liker od jaja (*Advocaat* ili *Avocat*) je jako alkoholno piće dobiveno od alkohola poljoprivrednog podrijetla, destilata ili jakog alkoholnog pića čiji su sastojci kvalitetni žumanjci i bjelanjci jajeta te šećer ili med. Taj liker može biti i aromatiziran.

9.5. Jaka alkoholna pića zaštićenog imena podrijetlom iz Hrvatske

Republika Hrvatska, kao i ostale zemlje, posjeduje jaka alkoholna pića koja su tradicionalno zaštićena imenom podrijetla. U tu skupinu proizvoda koji se često valoriziraju i kao suveniri ubrajaju se: Stara šljivovica, Slavonska šljivovica, Loza, Travarica, Hrvatski pelinkovac i Zadarski *maraschino* (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2009).

Stara šljivovica je rakija od voća dobivena isključivo destilacijom prevrelog masulja šljive. Plodovi šljive pri preradi se otkoštaju i muljaju, nakon čega masulj fermentira. Destilacija fermentiranog masulja provodi se tako da se postigne alkoholna jakost od 60–75 % vol. alkohola kako bi destilat zadržao bogatstvo mirisa i okusa. Tako dobiven destilat odležava u bačvama od slavonske hrastovine minimalno 12 mjeseci. Tijekom odležavanja destilat se oplemenjuje aromatskim sastojcima iz drveta i postiže karakterističnu aromu i boju ovisno o dužini odležavanja.

Slavonska šljivovica je rakija od voća proizvedena jednostrukom destilacijom prevrelih plodova autohtonih sorti šljiva, specifičnog mirisa i okusa mladog destilata. Tradicionalni postupak fermentacije provodi se u drvenim posudama 3–4 tjedna. Obavezno se oplemenjuje odležavanjem u bačvama minimalno 18 mjeseci. Gotov proizvod na tržištu ima jakost 37,5–42,5 % vol. alkohola.

Loza je bezbojna rakija od voća proizvedena isključivo destilacijom fermentiranoga groždanog masulja na 60–75 % vol. alkohola. Po osebnim senzorskim karakteristikama i detektiranim analitičkim parametrima to alkoholno piće razlikuje se od alkoholnih pića koja se proizvode destilacijom vina ili destilacijom koma. Nakon fermentacije koja se provodi do kraja (bez ostatka šećera) destilira se zajedno tekući i kruti sadržaj masulja na uređajima za destilaciju ili u koloni za destilaciju. Nakon destilacije dodatkom demineralizirane vode postiže se željena alkoholna jakost.

Travarica je tradicionalno jako alkoholno piće koje se dobiva aromatiziranjem vinskog destilata i/ili loze i/ili rakije od groždanoga koma i/ili voćne rakije, aromatskim biljem ili njihovim maceratima. Za aromatiziranje i/ili spravljanje macerata travarice upotrebljava se odabrano aromatsko bilje u količini i sastavu prema vlastitim recepturama proizvođača. Osnovna je karakteristika toga jakog alkoholnog pića da prevladavaju aromatske komponente karakteristične za podneblje iz kojeg potječe. Lagano obojenje toga proizvoda potječe od dodanih macerata aromatskog bilja, a proizvod može sadržavati dijelove biljaka kojima je aromatiziran.

Hrvatski pelinkovac je biljni liker koji se proizvodi aromatiziranjem etilnog alkohola maceratima aromatskog bilja u kojima po sastavu i količini dominira biljka pelin (*Absinthii herba*), koja proizvodu daje prepoznatljiva i karakteristična senzorska svojstva. Proizvodi se potapanjem odabrane smjese aromatskog bilja u etilni alkohol poljoprivrednog podrijetla kroz određeno vrijeme. Dio tako dobivenog macerata destilira se i miješa s preostalim maceratom uz dodatak dozvoljenih prehrambenih aditiva. Jakost mu se kreće u granicama 27–31 % vol. alkohola.

Zadarski maraschino je bezbojni liker, karakterističnih senzorskih svojstva, proizveden od dalmatinske višnje maraske, poznate po osebujnom okusu, mirisu i boji. Početak proizvodnje bilježi se u 16. stoljeću u Benediktinskom samostanu u Zadru. Karakter Zadarskom *maraschinu* daje tradicionalna proizvodnja *maraschino* destilata, pri kojoj se koriste i destilati ploda i destilati lista višnje maraske.

Destilat ploda višnje maraske proizvodi se na sljedeći način: plod se usitnjava i otkoštčava te podvrgava prirodnoj fermentaciji. Nakon postizanja određenog sadržaja alkohola smjesa se macerira određeno vrijeme. Zatim slijedi diskontinuirana destilacija u bakrenim kotlovima za destilaciju. Dobiveni destilat sadrži 60–65 % vol. alkohola te posjeduje osebujnost okusa i mirisa.

Destilat lista višnje maraske proizvodi se na sljedeći način: svježi list se usitnjava i macerira u alkoholnoj otopini određeno vrijeme, a potom se diskontinuirano destilira u bakrenim kotlovima. Dobiveni destilat sadrži 60–65 % vol. alkohola te posjeduje svojstvenu aromu.

Spajanjem tih dvaju destilata u točno određenom omjeru dobiva se *maraschino* destilat, koji je osnova proizvodnje likera *maraschina*. *Maraschino* destilat miješa se s etilnim alkoholom poljoprivrednog podrijetla i šećerovinom te odležava s ciljem homogenizacije likera. Gotov liker ima jakost od najmanje 32 % vol. alkohola (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2009).

9.6. Značajke kvalitete i mane jakih alkoholnih pića

Značajke kvalitete jakih alkoholnih pića uključuju potrebnu jačinu, finoću, punoću i harmoniju.

Jačina podrazumijeva alkoholnu jakost i mora odgovarati onoj napisanoj na etiketi. **Finoća** se izražava primarnim i sekundarnim aromatičnim tvarima koje daju osnovno obilježje tipa, kakvoće i starosti. **Punoća** podrazumijeva količinu ekstraktivnih tvari, šećera, tanina, kiselina i dr. Pod **harmonijom** se podrazumijeva ukupni sklad alkohola, ekstrakta, kiselina i aromatičnih tvari (Mujić, 2010).

Nedostaci jakih alkoholnih pića

Tijekom prerade osnovnih sirovina kao i tijekom fermentacije, destilacije i njege, mogu nastati različite nepoželjne promjene o kojima se govori kao o nedostacima kvalitete jakih alkoholnih pića. Te je nedostatke važno uočiti i prepoznati jer takva jaka alkoholna pića ne zadovoljavaju uvjete za ponudu krajnjem potrošaču.

Neželjene promjene do kojih dolazi tijekom fermentacije mogu biti: kiselost, pljesnivost, miris na sumporovodik te miris i okus na košticu.

Kiselost je mana koja je posljedica nastanka octene kiseline. Nastaje zbog nepravilno vođene fermentacije masulja grožđa ili voća. **Pljesnivost** se očituje kao miris na plijesan koji se javlja zbog loše njegovanih i održavanih drvenih posuda kao i zbog neodgovarajućeg čuvanja komine od grožđa. **Miris na sumporovodik** osjeća se kao tipičan miris na pokvarena jaja, a nastaje redukcijom sumpora. Sumpor može potjecati od tretiranja vinove loze, tretiranja grožđa ili kao posljedica neadekvatnog sumporenja posuda u kojima se vrši proizvodnja. **Miris i okus na košticu** javlja se često kod rakija od koštičavog voća koje imaju nepovoljan odnos mesnatog dijela i koštice. Taj se nedostatak može javiti i ako prilikom prerade dođe do lomljenja koštica.

Tijekom destilacije mogu se dogoditi promjene koje rezultiraju: okusom na zagorjelost i dim, okusom na metal, okusom i mirisom na prvijenac i patoku, užeglošću i tamnom bojom.

Okus na zagorjelost i dim može se javiti tijekom destilacije u kotlovima koji se zagrijavaju izravno na otvorenoj vatri jer tada dolazi do jake koagulacije bjelančevinastih tvari i sagorijevanja na dnu i stranicama kotla. Takva pojava spriječena je u kotlovima koji se zagrijavaju indirektno vodenom parom ili ako se destilacija provodi u rektifikacijskim kolonama. **Okus na metal** osjeća se u destilatu zbog povećanog udjela teških metala (bakra i željeza). Teški metali mogu potjecati od izlučivanja kroz nekvalitetnu opremu, a uz promjenu okusa mogu uzrokovati i promjenu boje. **Okus i miris na prvijenac i patoku** javlja se kod rakija koje nisu pravilno destilirane te je u srednju frakciju prešao dio prvijenca. Prvijenac i patoka prepoznaju se po palećem okusu i bockajućem mirisu. **Užeglost** nastaje kao posljedica oksidacije masnih kiselina, pri čemu se razvijaju aldehidi neugodnog okusa i mirisa. Užeglost se javlja kao posljedica neadekvatnog održavanja posuđa za destilaciju.

Tamna boja posljedica je odležavanja rakija u loše pripremljenim drvenim posudama. U tom slučaju veća količina taninskih tvari iz hrastovih posuda ekstrahira se u destilat.

Tijekom odležavanja destilata može doći do замуćenosti i pojave taloga. Pahuljasti talog može nastati ako se za razrjeđivanje koristi voda koja nije dovoljno omekšana tj. sadrži kalcijeve i magnezijeve ione. Iz tog se razloga jaka alkoholna pića uvijek razrjeđuju na željenu koncentraciju pomoću demineralizirane vode (Mujić, 2010).

9.7. Literatura

- Blesić, M., Mijatović, D., Radić, G., Blesić, S. (2013): Praktično vinogradarstvo i vinarstvo. Catholic Relief Services, Sarajevo.
- BNIC – Bureau National Interprofessionnel du Cognac (2015): A geographical indication. Dostupno na: <https://www.cognac.fr/en/discover/a-unique-spirit/a-protected-origin/>. Pristupljeno: 9. 4. 2021.
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2009): Pravilnik o jakim alkoholnim pićima, Narodne novine 61 (izmjene i dopune Narodne novine 141/2009; 86/2011; 104/2011; 118/2012).
- Mujić, I. (2010): Tehnologija proizvodnje jakih alkoholnih pića. Veleučilište u Rijeci, Rijeka.
- Mrvčić, J. (2021a): Destilacija, nastavni materijal. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Mrvčić, J. (2021b): Voćne, žitne i šećerne rakije, nastavni materijal. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Mrvčić, J. (2021c): Likeri i travarice, nastavni materijal. Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Stehlik-Tomas, V., Grba, S. (2010): Proizvodnja jakih alkoholnih pića. U: Kvasci u biotehnološkoj proizvodnji (ur. Ranić, I.). Plejada, Zagreb, 229-264.
- Walton, S. (2006): Kokteli i pića – kako stvoriti čarobna pića pomoću žesta, likera, vina, piva i dodataka. Leo commerce, Rijeka.

10. MESO I MESNI PROIZVODI



10. MESO I MESNI PROIZVODI

10.1. Proizvodnja i konzumacija mesa

Meso predstavlja važnu skupinu hrane za populaciju širom svijeta. Njegova proizvodnja i konzumacija kontinuirano rastu. Posljedica je to porasta svjetskog stanovništva, ekonomskog rasta, demografske tranzicije, urbanizacije te općenito razvoja tržišta (Costales i sur., 2006).

Proizvodnja mesa na svjetskoj razini u posljednjih pedesetak godina povećala se gotovo pet puta te su zamjetne promjene u trendovima njegove konzumacije. Ukupna svjetska proizvodnja mesa 2018. godine iznosila je nešto više od 338 milijuna tona, dok je, usporedbe radi, 1961. godine iznosila samo 70,8 milijuna tona. U budućnosti se očekuje da će se trend porasta proizvodnje i konzumacije mesa nastaviti, posebice u nerazvijenijim zemljama, dok se u razvijenim zemljama očekuje sporije povećanje.

Do 1961. godine najveći proizvođači mesa na svjetskoj razini bili su Europa (42 %) i Sjeverna Amerika (25 %). Azijske zemlje osiguravale su svega 13 % svjetske proizvodnje mesa. Danas je situacija značajno promijenjena. Najveći svjetski proizvođači mesa su azijske zemlje. Od 1961. godine proizvodnja mesa u Europi se udvostručila, u Sjevernoj Americi porasla je 3 puta, dok se proizvodnja u Aziji povećala čak 16 puta (FAOSTAT, 2019).

Posljednjih nekoliko godina, na svjetskoj razini, najviše se proizvodi i konzumira meso peradi, dok je prije prevladavala svinjetina. Piletina je primjerice 1961. godine činila 13 % ukupne svjetske proizvodnje mesa, dok je 2019. godine distribucija svjetske proizvodnje bila redom: perad (39,2 %), svinjetina (32,9 %) te govedina (21,6 %). Najviše mesa proizvodi se u Aziji (40 %), a slijede Sjeverna, Srednja i Južna Amerika te Europa. U Europi se najviše proizvodi svinjetina (oko 46 %), dok je perad na drugom mjestu (34,3 %). U Hrvatskoj, polovica ukupne proizvodnje mesa otpada na svinjetinu (53,5 %), na drugom je mjestu meso peradi (23,9 %), dok je govedina na trećem mjestu (19,9 %) (tablica 10.1.) (FAOSTAT, 2019).

Tablica 10.1. Proizvodnja mesa u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (1000 t)
(FAOSTAT, 2019)

| | Perad | Svinjetina | Govedina | Ovčetina i kozletina | Ostale vrste mesa | Ukupno |
|--|---------|------------|----------|----------------------|-------------------|---------|
| Svijet | 131 293 | 110 024 | 72 256 | 15 846 | 5 153 | 334 572 |
| Afrika | 6 556 | 1 609 | 6 628 | 3 259 | 1 758 | 19 810 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 51 618 | 23 318 | 32 982 | 559 | 815 | 109 292 |
| Azija | 49 493 | 54 838 | 18 973 | 9 597 | 1 380 | 134 281 |
| Australija i Novi Zeland | 1 518 | 459 | 3 039 | 1 203 | 43 | 6 262 |
| Europa | 22 062 | 29 700 | 10 618 | 1 227 | 733 | 64 340 |
| Hrvatska | 54 | 121 | 45 | 6 | - | 226 |

Najveći svjetski proizvođači mesa su Kina, Sjedinjene Američke Države i Brazil, dok se u Europi najviše mesa proizvodi u Njemačkoj i Španjolskoj (FAOSTAT, 2019).

Prosječna količina konzumiranog mesa po stanovniku godišnje iznosi na svjetskoj razini oko 43 kilograma, dok je primjerice 1961. godine iznosila 23 kilograma. Na svjetskoj razini najviše se konzumiraju svinjetina i perad (oko 15–16 kg/stanovnik/godišnje), a na drugom je mjestu govedina (9 kg/stanovnik/godišnje) (tablica 10.2.).

Tablica 10.2. Konzumacija mesa u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (kg/stanovnik/godišnje) (FAOSTAT, 2019)

| | Perad | Svinjetina | Govedina | Ovčetina i kozletina | Ostale vrste mesa | Ukupno |
|--|-------|------------|----------|----------------------|-------------------|--------|
| Svijet | 15,9 | 15,6 | 9,0 | 2,0 | 0,7 | 43,2 |
| Afrika | 6,3 | 1,5 | 5,4 | 2,4 | 1,3 | 16,9 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 44,4 | 19,4 | 28,1 | 0,7 | 0,7 | 93,3 |
| Azija | 10,6 | 15,6 | 4,9 | 2,1 | 0,3 | 33,5 |
| Australija i Novi Zeland | 46,1 | 28,2 | 24,8 | 11,6 | 1,1 | 111,8 |
| Europa | 25,1 | 34,2 | 13,7 | 1,7 | 1,4 | 76,1 |
| Hrvatska | 16,6 | 52,9 | 13,4 | 1,5 | 0,9 | 85,3 |

Najviše mesa konzumira se u Australiji i na Novom Zelandu (111,8 kg/stanovnik/godišnje). U tom dijelu svijeta konzumira se i najviše mesa peradi i svinjetine. Najmanje mesa konzumira se u Africi. U Europi se prosječno konzumira 76,1 kg mesa/stanovnik/godišnje, od čega najveći udio otpada na svinjetinu (45 %), a slijedi perad (33 %). Država s najvećom prosječnom konzumacijom mesa na svjetskoj razini je Australija (115,5 kg/stanovnik/godišnje), a u Europi po konzumaciji mesa prednjači Španjolska (106 kg/stanovnik/godišnje) (FAOSTAT, 2019).

Prosječna konzumacija mesa u Republici Hrvatskoj je iznad europskog prosjeka (85,3 kg/stanovnik/godišnje), od čega 62 % otpada na svinjetinu, a 19,5 % na perad (tablica 10.2.).

10.2. Definicija i građa mesa

Pod pojmom „meso“ podrazumijevaju se na tržištu ili u preradi: mišićno tkivo s kožom ili bez nje, jestive iznutrice (jezik, srce, pluća, jetra, slezena, bubrezi, mozak, želudac, crijeva), masna tkiva (slanina, salo, loj) te krv. Sirovine za proizvodnju mesa su stoka, perad i divljač (Kovačević, 2004).

- **Stoka** uključuje goveda, svinje, ovce, koze i kopitare (konji, magarci, mazge i mule)
- **Perad** uključuje kokoši, pure, guske, patke, biserke i pitome golubove
- **Divljač** uključuje zečeve, divlje svinje, divokoze, jelene, srne, medvjede, prepelice, divlje guske, divlje patke, divlje golubove, grlice i fazane.

Građa mesa

Kakva će biti građa i kemijski sastav mesa ovisi o više faktora, a među najznačajnijima su: vrsta i pasmina životinje, starost, spol, prehrana i stupanj uhranjenosti, način držanja i korištenja, zdravstveno i fiziološko stanje i dr.

Meso je sastavljeno od različitih tkiva, a s obzirom na prehrambeno, odnosno tehnološko značenje razlikuju se: mišićna, masna, vezivna, koštana, hrskavična tkiva te iznutrice (Šimundić, 2008).

Mišićna tkiva sastavljena su od mišićnih vlakana izduženoga cilindričnog oblika. Mišićna vlakna povezuju se u primarne snopiće posebnom ovojnicom, a zatim u sekundarne i tercijarne sve dok ne nastanu strukture mišića različitih oblika i veličina. Mišićna vlakna gledana pod mikroskopom imaju u pravilnim razmacima svjetlije i tamnije dijelove, pa se zato i nazivaju poprečno-prugastim vlaknima.

Masna tkiva sastavljena su od masnih stanica koje su međusobno razdijeljene rahlim vezivnim tkivom. Količina masnih tkiva i njihov raspored u tijelu životinja te boja, miris i okus ovisi o vrsti, pasmini, tipu, uzrastu, spolu i uhranjenosti životinja, a kvaliteta ovisi i o prehrani te o načinu hranjenja životinja.

Vezivna tkiva povezana su s mišićnim tkivima i sastavni su dio mesa povećavajući mu žilavost, a smanjujući prehrambenu vrijednost. Meso s velikim udjelom vezivnog tkiva smatra se žilavim i manje je cijenjeno u prehrani.

Koštana tkiva čine osnovu kostura životinja. U prehrani su manje značajna, a koriste se za pripremljanje juha i temeljaca, dok se u preradi koriste za dobivanje masti, želatine i dr.

Hrskavična tkiva sastavljena su od kolagenskih i elastinskih vlakana, a u organizmu životinja prekrivaju površine zglobova.

Iznutrice u pravilu sadrže malu količinu masti, pa im je posljedično i energetska vrijednost mala. Kao jestive iznutrice mogu se koristiti cijeli organi (mozak, jetra, srce, bubrezi i sl.) ili dijelovi probavnog sustava (želudac, predželudac, tanko crijevo i dr.) (Živković, 1986; Kovačević, 2004; Šimundić, 2008).

10.3. Klanje, primarna obrada i zrenje mesa

Klanje životinja koje služe kao sirovina za dobivanje mesa odvija se u klaonicama. Klaonice su objekti u kojima se pod stalnim veterinarsko-sanitarnim nadzorom kolju životinje čije je meso namijenjeno potrošnji. U klaonicama mora biti osiguran stručni veterinarski pregled stoke prije klanja kao i pregled mesa nakon klanja te higijenski uvjeti rasijecanja, prerade i čuvanja mesa i jestivih dijelova stoke za klanje prije stavljanja u promet. Postupci koji se obavljaju u klaonici su: omamljivanje, iskrvarenje, odvajanje dlake, perja i kože, vađenje unutarnjih organa i rasijecanje životinjskih trupova.

Nakon smrti životinja iskrvari (oko 50 % krvi izlazi iz tijela, a ostatak se zadržava u vitalnim organima) te prestaje dotok kisika u mišićna vlakna. Nakon smrti životinje u mesu se događaju sljedeće promjene: glikoliza, mrtvačka ukočenost, promjena pH-vrijednosti i zrenje mesa.

Neposredno nakon smrti životinje zbog prestanka opskrbe tkiva kisikom počinje se odvijati glikoliza. **Glikoliza** je anaerobna razgradnja glukoze koja traje dok se glukoza ne razgradi ili dok sniženi pH ne inhibira enzime glikolize.

Ubrzo nakon smrti životinje u mišićima nastupaju i vidljive promjene koje se očituju kočenjem, gubljenjem elastičnosti i otvrdnjavanjem mišića. Posljedično uslijed kočenja mišića i zglobovi postaju nepokretni. Ta promjena na mišićima naziva se mrtvačka ukočenost (*rigor mortis*). Mrtvačka ukočenost nastupa spajanjem mišićnih bjelančevina aktina i miozina u aktomiozin.

Mrtvačka ukočenost nastupa različito vrijeme nakon smrti životinja, a ovisi o vrsti životinje, zamaranju i uznemiravanju prije klanja, temperaturi pohrane mesa i sl. U pravilu nastupa uglavnom od 2 do 8 sati nakon smrti životinje. Primjerice kod peradi i riba nastupa puno brže nego kod goveda, ovaca ili svinja. Zahvaća najprije one mišiće koji se za života najintenzivnije kontrahiraju (žvakaci mišići i ošit) i traje obično 20–48 sati (Šimundić, 2008).

Meso kod dobro uhranjenih životinja neposredno nakon klanja ima pH-vrijednost od 6,6 do 7,0, a u fazi mrtvačke ukočenosti postupno postaje kiselije te pH dostiže najnižu vrijednost (pH oko 5,5) u razdoblju 24 do 48 sati *post mortem*. Tim snižavanjem pH-vrijednosti usporavaju se rast i razmnožavanje mnogih mikroorganizama koji mogu uzrokovati kvarenje mesa.

Pomicanjem pH-vrijednosti na kiselu stranu aktiviraju se tkivni proteolitički enzimi (katepsini) u mesu. Katepsini vrše proteolizu bjelančevina. **Proteoliza** bjelančevina je njihova razgradnja do aminokiselina, zbog cijepanja peptidnih veza. Taj proces rezultira značajnim povećanjem udjela slobodnih aminokiselina. Krajnji rezultat proteolize je omekšavanje mesa, hidratacija te poboljšanje okusa i arome mesa. Promjeni okusa i arome mesa pridonosi i razgradnja prekursora arome i mirisa, hidroliza lipida te razgradnja aminokiselina. Proteoliza traje od nekoliko dana (4–6 dana kod peradi) do dva tjedna (kod svinja i goveda) (Živković, 1986; Kovačević, 2001).

Zrenje mesa je skup opisanih biokemijskih, fizikalno-kemijskih, histoloških i organoleptičkih promjena od trenutka smrti životinje do prerade ili upotrebe u gastronomiji. Posljedica zrenja mesa su poboljšana senzorska, nutritivna i kulinarska svojstva. Zrenje mesa počinje postmortalnom anaerobnom glikolizom i ukočenjem (*rigor mortis*), a završava u određenoj fazi proteolize kada meso postaje ukusnije, aromatičnije, mekše i probavljivije. Meso se prije distribucije i prodaje hladi u hladnjačama u prosjeku 6 dana (Kovačević, 2001).

Budući da je danas praksa da se meso stavlja u promet isključivo kao zrelo, a istodobno treba osigurati ekonomičnost proizvodnje, zrenje mesa treba poticati ili ubrzavati. Za brzo zrenje mesa primjenjuje se postupak elektrostimulacije ili se upotrebljavaju enzimatski preparati i starter-kulture mikroorganizama.

10.4. Stavljanje mesa na tržište

Sve odobrene klaonice dužne su organizirati provedbu razvrstavanja i označavanja trupova goveda, svinja i ovaca s ciljem dobivanja objektivne osnovice za plaćanje na temelju klaoničke mase i rezultata razvrstavanja.

Razvrstavanje se provodi u klaonici u što je moguće kraćem vremenu nakon klanja. U trenutku razvrstavanja trupovi se i označuju. **Označavanje** se provodi pomoću pečata ili oznake.

Oznaka uključuje za goveđe i ovčje meso: klasu prema konformaciji i prekrivenosti masnim tkivom, dok se za svinjsko meso označava klasa trupa ili postotak procijenjenoga mišićnog tkiva (Uredba (EU) br. 1308/2013).

Dijelovi mesa pojedinih vrsta koji se stavljaju na tržište označavaju se ovisno o vrsti životinje, starosti te dijelu trupa koji se stavlja na tržište (Schneller, 2009). Prilikom stavljanja na tržište nepretpakiranoga svježega, rashlađenoga i smrznutoga govedeg, svinjskog, ovčjeg mesa te mesa peradi u skladu s propisima Europske unije obavezno je isticanje zemlje podrijetla (Ministarstvo poljoprivrede, 2014).

10.4.1. Goveđe meso

Goveđe meso razvrstava se prema konformaciji i pokrivenosti masnim tkivom.

Konformacija goveđeg mesa uključuje razvoj profila trupa, a posebno njegovih ključnih dijelova (but, leđa, lopatica). Prema oznakama pojedinih konformacija, ovaj sustav označavanja skraćeno se naziva **EUROP sustav**. Klase goveđeg mesa prema konformaciji su: S (vrhunska), E (izvrсна), U (vrlo dobra), R (dobra), O (osrednja) i P (slaba) (Delegirana Uredba Komisije (EU) 2017/1182).

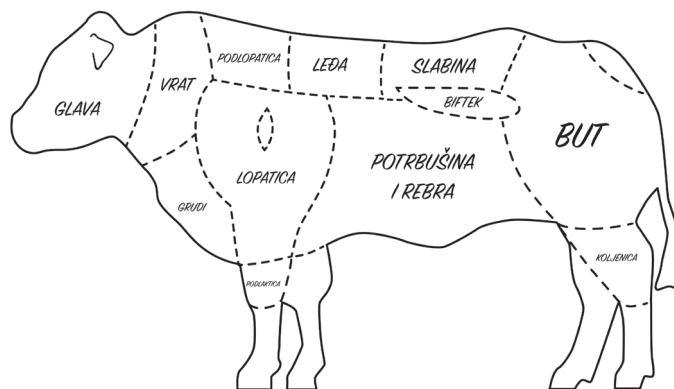
Prema stupnju pokrivenosti masnim tkivom oznake su: 1 (vrlo slaba), 2 (slaba), 3 (srednja), 4 (jaka) i 5 (vrlo jaka) pokrivenost masnim tkivom. Goveđe meso ovisno o starosti životinje u trenutku klanja dolazi na tržište kao teletina, mlada junetina, junetina i govedina.

U prodaji nepakirano meso teladi i mlade junadi namijenjeno krajnjem potrošaču mora imati prodajnu oznaku (Ministarstvo poljoprivrede, 2021):

- **Teletina** uz oznaku dobi ako je dob kod klanja manja od 8 mjeseci
- **Mlada junetina** uz oznaku dobi ako je dob kod klanja od 8 do manje od 12 mjeseci.

Sve oznake moraju biti jasno čitljive, postavljene blizu mesa teladi i mlade junadi da ih potrošač može bez poteškoća vidjeti.

Meso teletine je svijetloružičaste do sivkasto-ružičaste boje, mekano i bez masti. Starenjem životinje meso postaje svijetlocrvene do crvene boje, a nijansa boje masnog tkiva mijenja se od bijele prema svijetlobež boji. Dijelovi goveđeg mesa koji se mogu stavljati u promet u ovisnosti o položaju na tijelu životinje prikazani su na slici 10.1.



Slika 10.1. Dijelovi goveđeg mesa (Volim meso, n.d.)

Glava se rijetko koristi za direktnu konzumaciju. Vrat sadrži male komadiće hrskavice, dobro je prošaran masnim tkivom i vrlo sočan. Biftek je najmekši i ujedno najcjenjeniji dio mesa. But čini mekano mišićno tkivo s gotovo nimalo masnoće. Koljenica je naziv za stražnju juneću nogu koja je mesnatija od prednje (podlaktica) i vrlo intenzivnog okusa. Potrbušina i rebra su dijelovi prožeti masnoćom (slika 10.1.).

Iako svaki dio goveđeg (telećeg, junećeg) mesa ima svoju specifičnu hranjivu vrijednost te pogodnost za kulinarsku obradu, najcjenjeniji (i ujedno najskuplji) dio je biftek, a slijede but, slabine i leđa. Najjeftiniji dijelovi su podlaktica, koljenica i potrbušina.

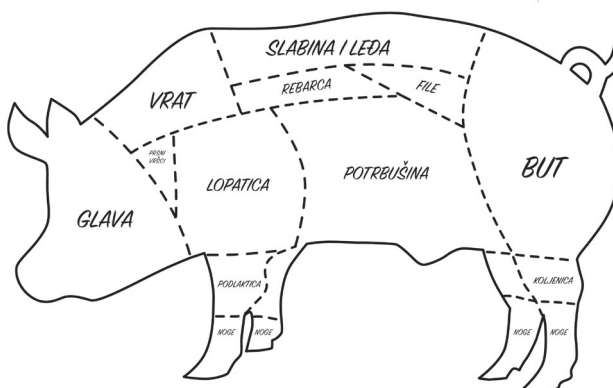
10.4.2. Svinjsko meso

Svinjsko meso razvrstava se prema klasi trupova u sljedeće skupine (Ministarstvo poljoprivrede, 2021):

- Odojci – oznaka O s masom trupa ≤ 22 kg
- Prasad – oznaka PR s masom trupa 22 – 60 kg
- Utovljene svinje, oznaka T1, s masom trupa $> 60 - 120$ kg
- Utovljene svinje većih završnih težina, oznaka T2 s masom trupa > 120 kg.

Dijelovi svinjskog mesa koji se mogu stavljati u promet u ovisnosti o položaju na tijelu životinje prikazani su na slici 10.2.

Glava s obrazinama ima visok postotak masnoće i vezivnog tkiva. Vrat čini mišićno tkivo prošarano masnoćama koje mu daju mekoću i sočnost. Lopatica je meso prednjeg buta koje se sastoji od dugih i grubih mišićnih vlakana s relativno malo masnoće. Podlaktica je dio svinjskog mesa između lopatice i prednjih nogu. Meso toga dijela nježno je i aromatično, okruženo slojem masnoće. Slabina i leđa s kostima nalazi se s obje strane kralježnice. Prednji dijelovi masniji su od stražnjih. File je najcjenjeniji komad svinjskog mesa. Iz njega se izrezuju fileti i medaljoni. But čine najveći dio mišića trupa. Cijeli komad koristi se u proizvodnji pršuta i šunke. Koljenica je nježno i aromatično meso okruženo tankim slojem masnoće. Potrbušinu čini masno meso isprepletano mišićima (tzv. carsko meso). Prodaje se često s kožom, i to kao najjeftiniji dio svinjskog mesa (slika 10.2.).



Slika 10.2. Dijelovi svinjskog mesa (Volim meso, n.d.)

Iako svaki komad svinjskog mesa ima svoju specifičnu hranjivu vrijednost te pogodnost za kulinarsku obradu, najcjenjeniji, a ujedno i najskuplji dio je file, zatim slijedi meso buta bez koljenice, meso slabina leđa i vrata, dok je najjeftinije meso potrbušine, rebara, prsiju, koljenice i podlaktice.

10.4.3. Ovčje meso

Uzgoj ovaca i konzumacija janječeg mesa dio je identiteta Mediterana, pa tako i hrvatskih otoka i priobalja. Najcjenjenije janjetine potječu s Paga, Brača, Cresa i iz Like. Janjeće meso podrijetlom s otoka posebno je cijenjeno zbog specifičnog okusa i mirisa koji se povezuju s ispašom na područjima bogatim mediteranskim biljem uz obilje morske soli. Zbog iznimne mekoće mesa i izražene arome najviše se koristi janjetina – meso ovaca starosti do 12 mjeseci i težine trupa do 13 kg. Što je janje mlađe i manje mase, meso je mekše, sočnije i cjenjenije u prehrani. Najcjenjenije je meso janjaca hranjenih mlijekom i ispašom, starosti do 3 mjeseca.

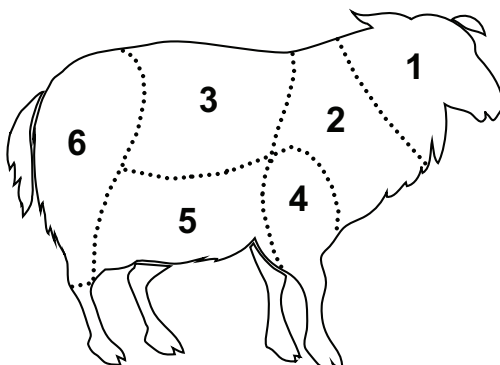
Janjeći trupovi s obzirom na masu razvrstavaju se u tri kategorije: A, B i C. Sve tri kategorije mogu imati slabu ili srednju pokrivenost masnim tkivom (oznaka 2 ili 3) (Delegirana Uredba Komisije (EU) 2017/1182).

- Kategorija A su trupovi mase ≤ 7 kg
- Kategorija B su trupovi mase 7,1 – 10 kg
- Kategorija C su trupovi mase 10,1 – 13 kg.

Dijelovi janječeg mesa koji se mogu stavljati u promet u ovisnosti o položaju na tijelu životinje prikazani su na slici 10.3.

Pojedini dijelovi janječeg mesa označeni su i ukratko opisani brojevima kako slijedi:

1 – Glava, 2 – Vrat: rijetko se koristi za konzumaciju, a češće za preradu, 3 – Leđa i slabine: meso je bogato mišićima i mašču. Prodaje se u komadu (s rebrima, kotleti) ili izrezano, 4 – Plećka: prednja četvrtina trupa. Prodaje se najčešće otkoštена i narezana na komade, 5 – Prsa s potrbušinom: slično kao kod svinjskog mesa taj je dio bogat mastima, sadrži puno mesa između rebara, 6 – But: najvažniji dio trupa, podijeljen je na butne kotlete i dio bez kosti. Prodaje se sa ili bez kostiju. Taj dio mesa odlikuje mekoća i sočnost. Može se prodavati zajedno s donjim dijelom noge (Fumić i Mikuš, 2011).



Slika 10.3. Dijelovi janječeg mesa (Ilustracija: obrada autorice prema www.freepik.com)

Iako svaki dio janječeg mesa ima svoju specifičnu hranjivu vrijednost te pogodnost za kulinarsku obradu, najcjenjeniji i najskuplji dio je but, a slijede leđa, potplećka i plećka. Najjeftiniji dijelovi su vrat, podlaktica, prsa, rebra, potrbušina i koljenica.

10.4.4. Meso peradi

Meso peradi može se stavljati na tržište ako potječe od:

Kokoši: tovljeno pile (brojler), pijetao, kokoš, kopun (kastirani pjetlić), mlado pile (mase manje od 650 g, ne starije od 28 dana), mladi pijetao (star najmanje 90 dana)

- **Purana:** mladi puran, puran
- **Patke:** mlada patka, patka
- **Guske:** mlada guska, guska
- **Biserke:** mlada biserka, biserka.

Trupovi peradi mogu se stavljati na tržište kao: djelomično eviscerirani⁴⁹, sa ili bez iznutrica.

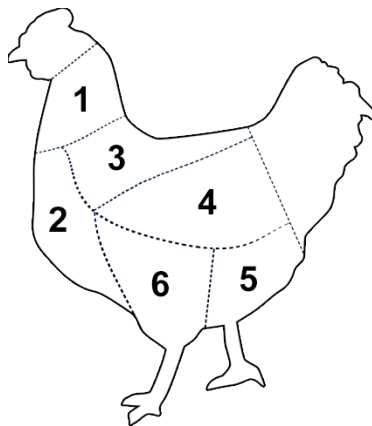
⁴⁹ Evisceracija: uklanjanje unutarnjih organa.

Ovisno o primjeni temperaturnog režima meso peradi može doći na tržište kao svježe, smrznuto i brzo smrznuto (Uredba Komisije (EZ) 543/2008; Ministarstvo poljoprivrede, 2022).

Dijelovi pilećeg mesa koji se mogu stavljati u promet u ovisnosti o položaju na tijelu životinje prikazani su na slici 10.4.

Pojedini dijelovi označeni su i ukratko opisani brojevima kako slijedi:

1 – Vrat, 2 – Prsa: čine oko 25–35 % mase, taj dio bogat je bjelančevinama, a siromašan mastima, 3 – Hrbat (leđa): za razliku od drugih vrsta životinja sadrži vrlo malo mesa, 4 – Krilo: ovisno o veličini peradi sadrži manje ili više mesa, bogato je mastima, 5 i 6 – Batak i zabatak: mišići su odvojeni masnim tkivom, boja mesa je tamnija te je meso ukusnije i aromatičnije u usporedbi s mesom prsa.



Slika 10.4. Dijelovi pilećeg mesa (Maillard, n.d.)

Iako svaki komad pilećeg mesa (i općenito mesa peradi) ima svoju specifičnu hranjivu vrijednost te pogodnost za kulinarsku obradu, najcjenjeniji su batak, zabatak i prsa, a slijede krila te leđa i zdjelica.

10.5. Hranjiva vrijednost mesa

Hranjiva vrijednost i senzorske značajke mesa promjenjivi su ovisno o: vrsti i starosti životinje, stupnju uhranjenosti i načinu hranidbe, dijelu trupa s kojega potječe pojedini komad mesa te stupnju postmortalnih promjena koje se događaju na mesu nakon klanja. Neovisno o specifičnostima pojedinih vrsta, meso se smatra hranom velike nutritivne vrijednosti. Za procjenu nutritivne vrijednosti od posebnog su značaja udjeli bjelančevina i masti.

Udio vode u svježem mesu prosječno se kreće u granicama od 65 do 75 % iako može biti i u širem rasponu (40–80 %). Voda je najviše zastupljena u mesu mladih životinja, a najmanje je ima u mesu tovljenih svinja i drugom masnom mesu te masnim dijelovima trupa, kao i u starijih životinja. Općenito vrijedi pravilo da se povećanjem udjela masti u mesu proporcionalno smanjuju udjeli vode i bjelančevina (Šimudić, 2008).

Bjelančevine su najznačajniji sastojak mesa i poslije vode nalaze se zastupljene u količinski najvećem udjelu. Udio bjelančevina u mesu kreće se u granicama 15–20 %, a njihov sadržaj varira unutar relativno uskih granica, za razliku od udjela masti i vode koji se nalaze u znatno širem rasponu. Bjelančevine mesa se zbog sadržaja esencijalnih aminokiselina smatraju potpunima. Udio bjelančevina i masti u mesu obrnuto je proporcionalan, tj. meso s većom količinom masti sadrži manje bjelančevina i vode.

Masti su poslije bjelančevina i vode količinski najzastupljeniji sastojak u mesu. Sadržaj masti u mesu vrlo je varijabilan i ovisi o vrsti životinje, stupnju uhranjenosti, dijelu tijela, starosti životinje i dr. Sadržaj masti kreće se u granicama 3–30 %. Životinjske masti po svojem su sastavu najčešće miješani triacilgliceroli sastavljeni od zasićenih masnih kiselina (palmitinske i stearinske) i nezasićene masne kiseline (oleinske). U mesu dobro uhranjenih svinja i goveda masno tkivo prošarano je mišićnim tkivom, pa je u presjeku vidljiva tzv. **mramoriranost mesa**. Mramorirano meso je mekše, sočnije, veće energetske vrijednosti te veće punoće okusa. Posljedično, takvo je meso i kulinarски cjenjenije.

Od **ugljikohidrata** koji su zastupljeni u mesu u malim količinama, mišićno tkivo sadrži najviše glikogena. Udio glikogena u govedem mesu je 0,05–0,16 %, a u konjskom oko 0,90 %. Jetra i druge iznutrice bogatije su glikogenom (sadrže ga u udjelu od 2,8–8,3 %).

Vitamini prisutni u mesu pripadaju uglavnom skupini vitamina B-kompleksa, čija je važna značajka da su termostabilni. Od vitamina B-kompleksa u mesu su prisutni: tiamin (B₁), riboflavin (B₂), niacin (B₃), pantotenska kiselina (B₅), piridoksin (B₆), folat (B₉), cijanokobalamin (B₁₂) i biotin. Iznutrice su za razliku od mišićnog tkiva bogate vitaminima A i C.

Mineralne tvari prisutne u mesu od značaja u ljudskoj prehrani su: cink, selen, željezo i fosfor. Crveno meso smatra se najboljim prehrambenim izvorom željeza. Željezo se u mesu nalazi u hem-obliku, koji se u pravilu bolje apsorbira (15–35 %) u usporedbi sa željezom iz biljnih izvora. Apsorpciju željeza iz mesa dodatno potiče i prisutnost bjelančevina (Kovačević, 2001; Williams 2007; Šimundić, 2008; Huff-Lonergan, 2010).

Hranjiva vrijednost odabranih vrsta mesa

Iako postoje zajedničke značajke sastava unutar skupine mesa, čak i unutar iste vrste mesa zamjetne su značajne varijacije s obzirom na dio trupa koji se koristi u prehrani (tablice 10.3. i 10.4.).

Goveđe meso u pravilu karakterizira nešto manji udio masti u usporedbi sa svinjskim mesom i nešto manji udio zasićenih masnih kiselina. Teletina u pravilu sadrži manje masti od govedine. Značajka te vrste mesa je veći udio pojedinih vitamina B-kompleksa (piridoksin, pantotenska kiselina, folat, cijanokobalamin), željeza i cinka, u usporedbi s drugim vrstama crvenog mesa.

Svinjsko meso u usporedbi s drugim vrstama crvenog mesa ima veći udio masti, više zasićenih masnih kiselina i više višestruko nezasićenih masnih kiselina. Svinjetina ima više tiamina i biotina, a manje vitamina B₁₂ i manje željeza u usporedbi s drugim vrstama crvenog mesa. Svinjsko meso osim što sadrži esencijalne aminokiseline kao i ostale vrste mesa, u usporedbi s njima ima dobar omjer aminokiseline triptofan (sastojak mišićnog tkiva) i aminokiseline oksiprolin (sastojak vezivnog tkiva). Bjelančevine mišićnog tkiva imaju veću biološku vrijednost tj. povoljniji aminokiselinski sastav u odnosu na bjelančevine vezivnog tkiva. Značajka svinjskog mesa je svjetlija nijansa crvene boje u usporedbi s drugim vrstama crvenog mesa. Razlog je tome manja količina mioglobina i veći sadržaj masti, a što pridonosi svjetlijoj nijansi crvene boje mesa. Svinjsko meso ima karakterističan okus i miris koji je više izražen kod starijih životinja (Tomašević i sur., 2015; Senčić i Samac, 2016).

Janjetina je meso karakterizirano specifičnim okusom, mekoćom i sočnošću te dobrom probavljivošću. Meso sadržava značajnu količinu cijanokobalamina i fosfora. Kao i bjelančevine iz drugih vrsta mesa, janjeće bjelančevine imaju visoku prehrambenu vrijednost, a po kvaliteti i sadržaju esencijalnih aminokiselina smatraju se i kvalitetnijima od bjelančevina teletine i piletine. Zbog malog sadržaja vezivnog tkiva, bjelančevine janječeg mesa lakše su probavljive u usporedbi s primjerice bjelančevinama piletine ili teletine. Janječće meso odlikuje ružičasta boja i nježna tekstura (Fumić i Mikuš, 2011; Krvavica i sur., 2013).

Meso peradi sadrži više bjelančevina, a manje masti u usporedbi s crvenim mesom, što ima za posljedicu i manju prosječnu energetska vrijednost. Bjelančevine su smještene u mišićnom tkivu, dok je glavno spremište masti kod peradi ispod kože, a ne među mišićima kao kod drugih vrsta mesa. Upravo je zato energetska vrijednost mesa svih vrsta peradi s kožom puno veća u usporedbi s komadima bez kože. Bjelančevinama je najbogatija puretina, slijedi piletina pa meso patke. Piletina i puretina u usporedbi s crvenim mesom imaju manje zasićenih, a više višestruko nezasićenih masnih kiselina te su siromašnije tiaminom, riboflavinom, cijanokobalaminom, željezom i cinkom. Nasuprot tome piletina i puretina dobar su izvor vitamina B₆ i fosfora (Janječić, 2005; Hrvatska agencija za hranu, 2011; Sović, 2018; Kiš, 2020).

Pureće meso u usporedbi s pilećim karakterizira veći sadržaj bjelančevina, manje zasićenih masnih kiselina, manje kolesterola te više cijanokobalamina.

Meso patke u usporedbi s piletinom i puretinom sadrži nešto više masti iako je udio nezasićenih masnih kiselina i u tom mesu oko 50 % ukupnih masti, dok je sadržaj kolesterola podjednak kao u ostalim vrstama peradi. Koža patke značajno je masnija u usporedbi s kožom piletine i puretine, pa se svakako preporučuje ne konzumirati kožu. Specifičnost mesa patke je veća količina tiamina, riboflavina, niacina i folne kiseline. U usporedbi s drugim vrstama mesa peradi, meso patke bogatije je željezom i selenom (tablice 10.3. i 10.4.).

Tablica 10.3. Kemijski sastav odabranih vrsta mesa u 100 g – makronutrijenti (*National Food Institute*, 2019)

| Vrsta mesa | Dio trupa | Voda (g) | Bjelančevine (g) | Ugljikohidrati (g) | Masti (g) | Zasićene masne kiseline (g) | Jednostruko nezasićene masne kiseline (g) | Višestruko nezasićene masne kiseline (g) | Kolesterol (mg) | Energetska vrijednost (kJ/kcal) |
|------------|------------------|----------|------------------|--------------------|-----------|-----------------------------|---|--|-----------------|---------------------------------|
| Govedina | But | 71,4 | 20,5 | 0 | 7,1 | 2,22 | 3,23 | 0,16 | 61 | 611/146 |
| | Slabine | 71,6 | 22,4 | 0 | 5,0 | 2,11 | 2,39 | 0,20 | 64 | 566/135 |
| | Plečka | 65,6 | 19,2 | 0 | 14,2 | 5,99 | 6,78 | 0,57 | 65 | 852/205 |
| Teletina | Slabine | 78,6 | 18,1 | 0 | 2,2 | 0,91 | 1,03 | 0,09 | 59 | 389/92 |
| Svinjetina | But | 60,8 | 19,2 | 5,3 | 13,8 | 5,49 | 6,19 | 1,02 | 64 | 927/222 |
| | Slabine | 74,2 | 21,2 | 0,1 | 3,3 | 1,14 | 1,11 | 0,58 | 58 | 484/115 |
| Janjetina | Leđa i slabine | 52,4 | 15,8 | 10,7 | 20,4 | 8,85 | 5,87 | 0,49 | 72 | 1205/290 |
| | Plečka | 63,3 | 18,5 | 0 | 17,4 | 6,94 | 5,48 | 0,46 | 78 | 959/231 |
| | But | 69,1 | 17,9 | 0 | 12,0 | 4,83 | 3,61 | 0,32 | 70 | 749/180 |
| Piletina | Prsa s kožom | 70,0 | 21,5 | 0,1 | 6,9 | 1,96 | 2,88 | 1,48 | 64 | 623/149 |
| | Cijela, s kožom | 69,7 | 18,0 | 0 | 11,3 | 3,40 | 3,89 | 3,08 | 75 | 726/174 |
| | Cijela, bez kože | 74,1 | 19,3 | 0 | 5,6 | 0,98 | 1,92 | 1,51 | 70 | 537/128 |
| | Batak s kožom | 71,0 | 18,7 | 0 | 8,9 | 2,53 | 3,71 | 1,90 | 84 | 647/155 |
| Puretina | Cijela, s kožom | 73,6 | 20,2 | 0 | 5,0 | 1,75 | 1,30 | 1,67 | 64 | 528/126 |
| | Cijela, bez kože | 75,5 | 21,3 | 0 | 2,2 | 0,62 | 0,71 | 0,72 | 64 | 444/105 |
| Meso patke | Prsa bez kože | 75,0 | 19,4 | 0 | 4,3 | 1,57 | 1,18 | 0,58 | 77 | 489/116 |
| | Cijela, bez kože | 73,8 | 18,3 | 1,8 | 5,1 | 1,07 | 2,02 | 0,88 | 77 | 530/126 |
| | Cijela, s kožom | 48,5 | 11,5 | 0 | 39,3 | 13,14 | 18,73 | 5,11 | 76 | 1650/400 |

Tablica 10.4. Kemijski sastav odabranih vrsta mesa u 100 g – mikronutrijenti (National Food Institute, 2019)

| Vrsta mesa | Dio trupa | Vitamin A ¹ (µg) | Vitamin E ² (mg) | Tiamin (mg) | Riboflavin (mg) | Piridoksin (mg) | Pantotenska kiselina (mg) | Biotin (µg) | Folat (µg) | Cijano-kobalamin (µg) | Fosfor (mg) | Željezo (mg) | Cink (mg) | Selen (µg) |
|------------|------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------|-----------------|-----------------|---------------------------|-------------|------------|-----------------------|-------------|--------------|-----------|------------|
| Govedina | But | 3 | 0,22 | 0,06 | 0,19 | 0,50 | 0,90 | 0 | 7,0 | 1,40 | 170 | 2,10 | 4,50 | 9,7 |
| | Slabine | 0 | 0,19 | 0,0 | 0,15 | 0,50 | 0,90 | 0 | 7,0 | 1,40 | 170 | 1,80 | 4,60 | 10,2 |
| | Plečka | 15 | 0,45 | 0,04 | 0,17 | 0,45 | 0,74 | 0 | 6,0 | 1,40 | 170 | 2,00 | 4,60 | 6,5 |
| Teletina | Slabine | 0 | 0,15 | 0,08 | 0,15 | 0,41 | 1,06 | 0 | 7,0 | 1,30 | 181 | 1,50 | 3,40 | 3,0 |
| Svinjetina | But | 0 | 0,10 | 0,81 | 0,21 | 0,31 | 0,60 | 2,6 | 1,5 | 0,65 | 175 | 0,66 | 3,60 | 6,9 |
| | Slabina | 0 | 0,10 | 1,13 | 0,25 | 0,38 | 0,79 | 2,6 | 2,3 | 0,61 | 220 | 1,02 | 1,83 | 10,4 |
| Janjetina | Leđa i slabine | 45 | 0,70 | 0,09 | 0,16 | 0,15 | 0,55 | 1,0 | 1,4 | 1,00 | 198 | 1,20 | 2,10 | 1,4 |
| | Plečka | 45 | 0,70 | 0,18 | 0,30 | 0,20 | 0,55 | 1,0 | 2,6 | 1,20 | 181 | 1,50 | 3,42 | 6,1 |
| | But | 45 | 0,70 | 0,18 | 0,30 | 0,20 | 0,55 | 1,0 | 1,4 | 1,20 | 208 | 1,50 | 3,42 | 1,4 |
| Piletina | Prsa s kožom | 24 | 0,50 | 0,06 | 0,09 | 0,53 | – | – | 4,0 | 0,34 | 198 | 0,90 | 0,80 | – |
| | Cijela, s kožom | 9 | 0,20 | 0,09 | 0,15 | 0,36 | 1,20 | 2,0 | 23,6 | 0,43 | 147 | 0,59 | 0,92 | 12,4 |
| | Cijela, bez kože | 16 | 0,29 | 0,01 | 0,16 | 0,39 | 1,06 | 2,0 | 21,2 | 0,42 | 173 | 0,58 | 0,97 | 12,4 |
| | Batak s kožom | 42 | 0,50 | 0,06 | 0,15 | 0,26 | – | – | 7,0 | 0,30 | 172 | 1,80 | 1,60 | – |
| Puretina | Cijela, s kožom | 2 | 0,50 | 0,06 | 0,16 | 0,41 | 0,75 | 2,0 | 10,0 | 1,00 | 150 | 0,80 | 1,35 | 24,0 |
| | Cijela, bez kože | 0 | 0,20 | 0,09 | 0,16 | 0,46 | 0,80 | 2,0 | 15,0 | 2,00 | 150 | 0,77 | 2,60 | 9,9 |
| Meso patke | Prsa bez kože | 16 | – | 0,42 | 0,31 | 0,63 | – | – | 48,0 | 0,76 | 186 | 4,50 | 0,74 | – |
| | Cijela, bez kože | 24 | 0 | 0,36 | 0,45 | 0,34 | 1,60 | – | 48,0 | 0,40 | 203 | 1,20 | 1,35 | 24,0 |
| | Cijela, s kožom | 51 | 0 | 0,20 | 0,21 | 0,19 | 0,95 | 6,0 | 48,0 | 0,25 | 139 | 1,20 | 1,35 | 24,0 |

– nema podataka

¹ Vitamin A (RAE – Retinol Acitivity Equivalent) – sadržaj vitamina A izražen kao ekvivalent aktivnosti retinola; ² Vitamin E (αTE) – sadržaj vitamina E izražen kao ekvivalent alfa-tokoferola.

10.6. Procjena kvalitete i svježine mesa

Svježina mesa različitih životinja utvrđuje se senzorskim ili subjektivnim metodama i laboratorijskim ili objektivnim metodama.

Najvažnije senzorske značajke mesa koje određuju njegovu kvalitetu, svježinu i posljedično prihvatljivost kod potrošača su: izgled površine, mekoća, boja, okus i miris.

Površina zdravog mesa treba biti suha, umjereno masna, na pritisak elastična i primjerena vrsti, pasmini i kvaliteti mesa od kojega potječe.

Mekoća mesa ovisi o veličini i promjeru mišićnih vlakana kao i o količini vezivnog tkiva. Na mekoću mesa također utječu intenzitet i trajanje postupka zrenja. Mekše meso je ono s tanjim mišićnim vlaknima i s manje vezivnog tkiva. Takvo meso prilikom kulinarske obrade i konzumacije otpušta više sokova, pa se opisuje i kao sočnije.

Mišićno tkivo kod mladih životinja s vremenom se razvija i starenjem postaje krupnije, snažnije i grublje teksture. Najsnažniji mišići su tzv. radni mišići (oni koje životinja intenzivno koristi za kretanje i žvakanje), a koji se obično nalaze blizu glave i kopita. Ti mišići imaju najdeblja mišićna vlakna. Meso tih dijelova trupa (koljenica, vrat ili lopatica) bit će žilavije nego meso manje aktivnih mišića (leđa ili rebra). Meso radnih mišića sadrži i više kolagena⁵⁰, što pridonosi žilavosti.

Boja svježeg mesa ovisi o količini pigmentnih tvari, prvenstveno mioglobina i o stupnju njegove oksidacije. Pojedine vrste mesa, pa čak i pojedini dijelovi istog trupa, mogu se bojom poprilično razlikovati. Boja treba biti svojstvena vrsti, pasmini, starosti, načinu hranjenja i drugim svojstvima mesa stoke za klanje, a kreće se od svijetloružičaste (boja mlade prasadi, prsa brojlera, kunića) do tamnocrvene (boja stare govedine, divljači i konjetine). Prema boji, odnosno sadržaju mioglobina, meso se dijeli na bijelo meso i crveno meso.

- **Bijelo meso** uključuje puretinu, piletinu i meso patke
- **Crveno meso** uključuje govedinu, svinjetinu, janjetinu, ovčetinu, konjetinu i kozletinu.

Okus svježeg mesa u pravilu je blago slankast, kiselkast i svojstven vrsti, ali je uvijek intenzivniji kod starijih životinja. Specifičan okus i miris mogu se pojačati ili donekle oslabiti ovisno o načinu kulinarske obrade. **Specifičan miris masti**, kao i stupanj njihove oksidacije, dopunjuje miris pojedinih vrsta mesa. Miris i okus u dubljim dijelovima mesa ocjenjuju se ubadanjem drvenog štapića, metalne sonde ili noža. U slučajevima nedoumice, miris se ocjenjuje i probom kuhanja ili pečenja.

10.7. Kvarenje mesa

Zbog neodgovarajućih uvjeta čuvanja i skladištenja na mesu mogu se dogoditi različite promjene koje mogu ugroziti sigurnost za konzumaciju. Nepoželjne promjene mogu biti uzrokovane mikroorganizmima, ali i fizikalno-kemijskim čimbenicima (Kovačević, 2001).

Gnjilenje (putrefakcija) je najčešći i najopasniji oblik mikrobiološkog kvarenja mesa, pri kojem mikroorganizmi (najčešće bakterije, plijesni i kvasci) razgrađuju bjelančevine i druge tvari s dušikom i pri čemu nastaju otrovni spojevi – biogeni amini (histamin, metilamin, putrescin i dr.). Osim bjelančevina razgrađivati se mogu i ugljikohidrati i masti. Bakterije koje uzrokuju gnjilenje aktivne su na temperaturi 22–37°C te pri povećanoj vlažnosti zraka. Gnjilenje uzrokuje promjenu senzorskih svojstava, a očituje se: promjenom boje u žuto-zelenu, pojavom sluzavosti, kiselim mirisom na trulež, mekanom, mlohavom i rahlom konzistencijom te sivom bojom vezivnog tkiva. Promjene su praćene i pojavom plinova (CO₂ i NH₃) te porastom pH-vrijednosti prema lužnatoj.

⁵⁰ Kolagen: bjelančevina koja povezuje mišiće.

Svjetlucavost (fosforoscencija) se javlja uglavnom kod goveđeg mesa kao posljedica razvitka tzv. *fotobakterija* za čiju aktivnost je potreban kisik, temperatura iznad 5°C te povećana relativna vlažnost zraka. Očituje se pojavom plavkaste, zelenkasto-žučkaste ili bijelo-sive boje koja u mraku svjetluca.

Sluzavost mesa posljedica je povišenja temperature i vlažnosti površine mesa te aktivnosti bakterija mliječno-kiselog vrenja i kvasaca.

Pljesnivost mesa očituje se kao površinska pojava, a posljedica je kontaminacije sporama plijesni s površina hladnjače, ambalaže ili iz probavnog trakta životinja.

Promjena boje (diskoloracija) je kvarenje do kojeg dolazi zbog izloženosti UV zračenju ili aktivacije aerobnih pigmentirajućih bakterija, koje uzrokuju promjenu boje na površini mesa.

Uz mikroorganizme kvarenje mesa mogu uzrokovati i fizikalno-kemijski čimbenici koji u uvjetima prisutnosti vode, kisika iz zraka, kemijskih katalizatora i UV zračenja aktiviraju vlastite tkivne enzime koji uzrokuju oksidaciju i hidrolizu masti. Posljedica hidrolitičke razgradnje masti je porast stupnja kiselosti, dok oksidacija dovodi do pojave aldehida, ketona i nižih masnih kiselina te porasta peroksidnog broja.

Smrdljivo zrenje posljedica je autolitičkih procesa koji nastupaju u dubljim slojevima mesa već u prvim danima pohrane. To kvarenje nastaje kao posljedica nedovoljne ventilacije, povišene temperature te povećane vlažnosti površine mesa. Često se javlja kod svinjskog mesa, budući da potkožno masno tkivo otežava prodor hladnoće u dubinu mesa. Očituje se promjenom boje mesa (u sivocrvenu, tamnocrvenu, žučkastu ili crvenkastosmeđu), nastankom neugodnog mirisa (na pokvarena jaja), sniženjem pH-vrijednosti i promjenom konzistencije (meso postaje mekano, rahlo i spužvaste strukture) (Kovačević, 2001; Krznarić i sur., 2006).

10.8. Hlađenje i zamrzavanje mesa

Da bi meso bilo što duže pogodno za konzumaciju, nužno ga je konzervirati na načine da se maksimalno očuva hranjiva vrijednost, ali i senzorske značajke koje ga čine prihvatljivim krajnjem potrošaču. Najčešće metode koje se s tim ciljem primjenjuju su hlađenje i zamrzavanje. Kad je riječ o zamrzavanju, za očuvanje kvalitete mesa važno je i kako se provodi postupak odmrzavanja (defrostacija).

10.8.1. Hlađenje mesa

Hlađenje mesa fizikalni je način konzerviranja na kratak rok, pri čemu se najmanje mijenjaju njegova izvorna svojstva. Preduvjet željene trajnosti je postizanje nužne temperature u dubini mesa koja je specifična za svaku određenu vrstu. Temperatura nakon hlađenja u dubini mesa goveda, svinja, ovaca i kopitara mora biti niža od +7°C, u dubini mesa peradi niža od +4°C, a u unutrašnjim organima niža od +3°C.

Osim temperature, tijekom hlađenja je potrebno održavati i određenu relativnu vlažnost zraka. Previsoka relativna vlažnost pogoduje razvoju mikroorganizama (prvenstveno plijesni), dok preniska relativna vlažnost uzrokuje dehidraciju ili hlapljenje vode. Gubitak na masi koji nastaje zbog hlapljenja vode naziva se **kalo hlađenja**. Kalo hlađenja u suvremenim postupcima iznosi 1–2 %.

Meso se hladi rashlađenim zrakom ili parama kriogenog sredstva. U ovisnosti o brzini hlađenja postoji spori, brzi i ultrabrzi postupak hlađenja. Spori postupak primjenjuje se u domaćinstvima, dok se u industrijskim uvjetima meso hladi brzim i ultrabrzim postupkom. Brzo i ultrabrzo hlađenje imaju manje kalo hlađenja, ali zadržavaju učinkovito inhibiranje aktivnosti mikroorganizama. Budući da je isparavanje vode svedeno na minimum, meso zadržava privlačnu boju i ima dobru održivost.

Optimalna temperatura skladištenja ohlađenog mesa je od -1 do +2°C. Pri višoj temperaturi bakterije se brže razmnožavaju, a vlaga jače isparava, što ima za posljedicu manju održivost, veće kalo i intenzivniji gubitak boje (Cvrtila i Dobranić, 2019).

10.8.2. Zamrzavanje mesa

Zamrzavanje mesa je postupak konzerviranja na temperaturama nižim od točke smrzavanja vode, pri čemu se u mesu postiže temperatura niža od -12°C. U takvim uvjetima zaustavljaju se procesi kvarenja jer se smanjuje aktivnost mikroorganizama i usporavaju se enzimske aktivnosti.

Prilikom zamrzavanja nastaju kristali leda koji su izgrađeni od velikog broja molekula vode. Na kvalitetu smrznutog mesa upravo u najvećoj mjeri utječu promjene na tkivnim strukturama koje su posljedica kristalizacije vode, točnije, veličine i smještaja kristala. Prilikom zamrzavanja kristali leda nastaju najprije u izvanstaničnoj tekućini, koja sadrži manje otopljenih tvari, a zatim u vodi samih mišićnih stanica. Tijekom zamrzavanja mesa najznačajnije promjene kemijskog sastava odnose se na bjelančevine i masti. Također dolazi do promjene u boji zbog oksidacije mioglobina u metmioglobin, pri čemu meso postaje tamnije, a što je usko vezano i uz užeglost masti.

Pri **sporom zamrzavanju** stvara se mali broj centara kristalizacije. Kristali leda privlače vodu iz međustaničnih prostora i iz mišićnih vlakana, pa rastu i postaju krupniji. Veliki kristali značajno mehanički oštećuju stanične membrane i mišićno tkivo, te se tijekom postupka odmrzavanja voda ne vraća i ne ugrađuje u stanične strukture. Ireverzibilni gubitak vode rezultira denaturacijom bjelančevina, a tijekom procesa odmrzavanja i pojavom jakog cijedenja. Tijekom cijedenja izdvajaju se mesni sokovi koji sadrže otopljene aminokiseline, mineralne soli, ekstraktivne tvari i dr. Ta pojava rezultira gubitkom poželjnih senzorskih značajki i većim kalom odmrzavanja.

Pri **bržem zamrzavanju** formira se veći broj centara kristalizacije u međustaničnim prostorima i u mišićnim vlaknima, kristali leda manje privlače vodu i posljedično nastaju mali kristali. Mali kristali u odnosu na velike, manje mehanički oštećuju stanične membrane, odnosno mišićno tkivo. Budući da kristali rastu i unutar mišića, prilikom odmrzavanja ugradnja vode u stanične strukture koje je tijekom zamrzavanja napustila vrlo je učinkovita. Iz tog je razloga cijedenje tijekom odmrzavanja puno manje, odnosno postiže se manje kalo odmrzavanja.

Zamrznuto meso mora se skladištiti na temperaturi koja je ostvarena u njemu tijekom zamrzavanja i čuvati u skladu s temperaturnim režimom kroz razdoblje koje je navedeno na ambalaži. Temperatura zamrznutog mesa niža je od -12°C, a može biti niža i od -18°C, -24°C ili -30°C. Općenito se smatra da je smrznuto meso održivo 12 mjeseci na temperaturi -18°C. Snižavanjem temperature za svakih 10°C značajno se dodatno produžava trajnost.

Za vrijeme skladištenja relativna vlažnost treba biti vrlo visoka (95–100 %), a cirkulacija zraka slaba. Tijekom skladištenja zamrznutog mesa kristali leda na površini postupno sublimiraju i ono gubi na masi. Taj gubitak na masi naziva se **kalo zamrzavanja**. Kalo zamrzavanja veći je pri dužem skladištenju, skladištenju na nižoj relativnoj vlažnosti i pri jačoj cirkulaciji zraka. Kalo zamrzavanja mesa skladištenog na temperaturi -18°C i pri relativnoj vlažnosti 95–100 % iznosi 1,0–1,5 % tijekom 12 mjeseci.

Meso mlađih životinja manje je održivo od mesa zrelih životinja. Zamrznuto meso peradi i svinja manje je održivo od zamrznutoga goveđeg mesa, i to zbog većeg udjela višestruko nezasićenih masnih kiselina koje su podložne oksidaciji.

Bolja održivost zamrznutog mesa postiže se pakiranjem u odgovarajuću nepropusnu ambalažu. Ambalaža je važan čimbenik očuvanja kvalitete smrznutog mesa jer može usporiti proces oksidacije u samom mesu, spriječiti dehidraciju, zadržati hlapive spojeve arome, a utječe i na zdravstvenu ispravnost proizvoda.

Materijali koji se koriste za ambalažu ne smiju propuštati kisik, vlagu niti hlapljive tvari arome. Kao ambalažni materijali koriste se plastika, aluminij i zaštitna kartonska ambalaža (Cvrtila i Dobranić, 2019).

Odmrzavanje (defrostacija) mesa postupak je koji je s aspekta očuvanja prehrambene vrijednosti i senzorskih značajki mesa gotovo jednako važan kao i proces zamrzavanja. Boljem očuvanju svojstava mesa i mesnih proizvoda pridonose brže zamrzavanje, sporije odmrzavanje i kraće vrijeme skladištenja.

Ako je meso zamrznuto sporim postupkom, tijekom odmrzavanja doći će do izdvajanja mesnog soka, čime se smanjuje masa mesa, mijenjaju se tehnološka i prehrambena svojstva (dolazi do gubitka aminokiselina, vitamina, soli, bjelančevina i dr.), a što sve u konačnici rezultira praznijim okusom.

Odmrzavanje se može provesti na tri načina: u hladnjaku, u hladnoj vodi i pomoću mikrovalova.

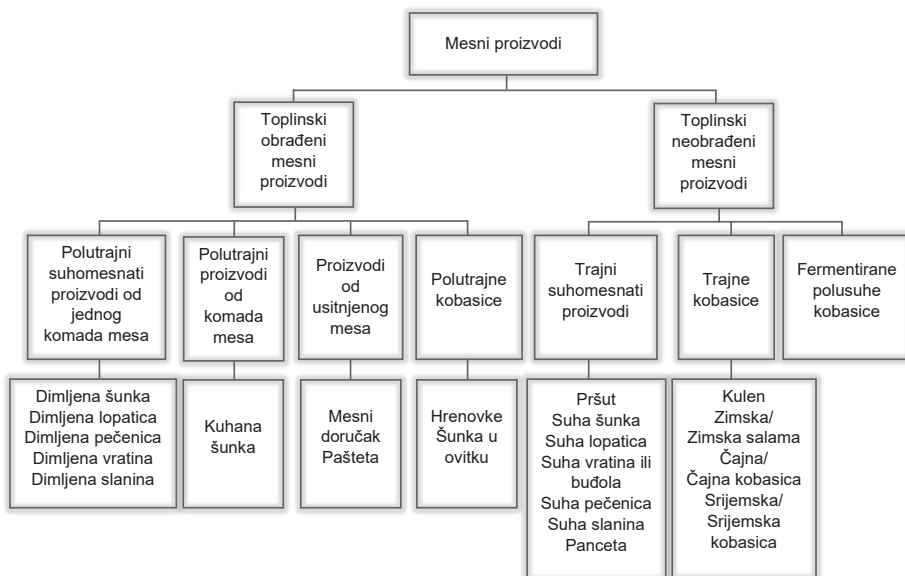
Najbolji je način postupno odmrzavanje u hladnjaku. Mali komadi mogu se odmrznuti tijekom nekoliko sati, dok će se veći komadi odmrzavati duže.

Za brže odmrzavanje meso treba staviti u nepropusnu plastičnu vrećicu i uroniti u hladnu vodu. Vodu treba provjeravati kako bi ostala hladna i mijenjati je svakih 30 minuta. Nakon odmrzavanja meso treba odmah pripremiti.

Ako se meso odmrzava pomoću mikrovalova, treba planirati da se to meso priprema odmah nakon odmrzavanja budući da neki dijelovi hrane mogu postati topli jer su se počeli kuhati u mikrovalnoj pećnici.

10.9. Mesni proizvodi

Mesni proizvodi su proizvodi koji nastaju preradom mesa ili daljnjom preradom tako prerađenih proizvoda tako da je na površini reza vidljivo da proizvod nema više značajke svježeg mesa. Mesni proizvod koji u nazivu ima istaknutu vrstu životinje mora sadržavati najmanje 75 % mesa koje potječe od te vrste životinje, računato na ukupnu količinu mesa upotrijebljenog u procesu proizvodnje (Ministarstvo poljoprivrede, 2018). Mesni proizvodi mogu se podijeliti u dvije skupine: toplinski obrađeni i toplinski neobrađeni proizvodi (slika 10.5.).



Slika 10.5. Podjela i vrste mesnih proizvoda
(izrada autorice prema: Ministarstvo poljoprivrede, 2018)

10.9.1. Toplinski obrađeni mesni proizvodi

Toplinski obrađeni mesni proizvodi su proizvodi od različitih vrsta mesa sa ili bez pripadajućih kosti, potkožnoga masnog tkiva i kože s dodanim drugim sastojcima. Proizvode se postupcima soljenja ili salamurenja te toplinske obrade (pasterizacije ili sterilizacije), a mogu biti podvrgnuti postupku dimljenja.

Soljenje je postupak obrade mesa, masnog tkiva i drugih jestivih dijelova kuhinjskom solju.

Salamurenje je postupak suhe ili mokre obrade mesa, masnog tkiva i drugih jestivih dijelova u kojem se koristi sol za salamurenje i drugi sastojci. Sol za salamurenje je suha smjesa soli, natrijevog i/ili kalijevog nitrata i/ili nitrita.

Pasterizacija je postupak toplinske obrade proizvoda na temperaturi do 100°C, pri čemu temperatura u središtu proizvoda mora biti najmanje 70°C.

Sterilizacija je postupak toplinske obrade proizvoda na temperaturi iznad 100°C.

Toplinski obrađeni mesni proizvodi dijele se u četiri skupine: polutrajni suhomesnati proizvodi od jednog komada mesa, polutrajni proizvodi od komada mesa, proizvodi od usitnjenog mesa i polutrajne kobasice.

Polutrajni suhomesnati proizvodi od jednog komada mesa

Polutrajni suhomesnati proizvodi od jednog komada mesa su pasterizirani proizvodi od svinjskog mesa sa ili bez pripadajućih kosti, potkožnoga masnog tkiva i kože s dodanim drugim sastojcima, koji se podvrgavaju procesu dimljenja.

Dimljenje je postupak obrade mesnih proizvoda dimom dobivenim gorenjem drva ili dimom koji se generira atomizacijom aroma dima u komori za dimljenje pri vremenskim i temperaturnim uvjetima sličnim onima za toplo i hladno dimljenje.

Ovisno o dijelu trupa koji se prerađuje, u tu se skupinu ubrajaju dimljena šunka, dimljena lopatica, dimljena pečenica, dimljena vratina i dimljena slanina.

Dimljena šunka je polutrajni suhomesnati proizvod od salamurenoga obrađenog svinjskog buta sa ili bez kože, potkožnog masnog tkiva i kosti, koji je podvrgnut procesu dimljenja.

Dimljena lopatica je polutrajni suhomesnati proizvod od salamurene obrađene svinjske lopatice sa ili bez kože, potkožnoga masnog tkiva i kosti, sa ili bez dodanih drugih sastojaka, koji je podvrgnut procesu dimljenja.

Dimljena pečenica je polutrajni suhomesnati proizvod od salamurenoga obrađenog mesa svinjskih slabina i leđa, bez kože, potkožnog masnog tkiva i kosti, sa ili bez dodanih drugih sastojaka, koji je podvrgnut procesu dimljenja.

Dimljena vratina je polutrajni suhomesnati proizvod od salamurenoga obrađenog mesa svinjskog vrata, bez kože, potkožnoga masnog tkiva i kosti, sa ili bez dodanih drugih sastojaka, koji je podvrgnut procesu dimljenja.

Dimljena slanina je polutrajni suhomesnati proizvod koji se proizvodi od salamurene obrađene svinjske potrbušine s kožom ili bez nje, sa ili bez dodanih drugih sastojaka, koji je podvrgnut procesu dimljenja.

Polutrajni proizvodi od komada mesa

Polutrajni proizvodi od komada mesa su pasterizirani proizvodi od jednog ili više komada svinjskog mesa, masnog i vezivnog tkiva i drugih sastojaka. Proizvode se postupcima soljenja ili salamurenja sa ili bez provedbe postupka dimljenja. U tu se skupinu ubraja kuhana šunka.

Kuhana šunka je polutrajni proizvod od jednog ili više komada salamurenoga svinjskog mesa, masnog i vezivnog tkiva te drugih sastojaka.

Proizvodi od usitnjenog mesa

Proizvodi od usitnjenog mesa su pasterizirani ili sterilizirani proizvodi od različitih vrsta mesa, strojno otkošenog mesa, masnog i vezivnog tkiva i iznutrica, različitog stupnja usitnjenosti te drugih sastojaka. Mogu sadržavati najviše 30 % masti. U tu se skupinu ubrajaju mesni doručak i pašteta.

Mesni doručak je proizvod od različitih vrsta usitnjenog mesa, strojno otkošenog mesa, masnog i vezivnog tkiva i iznutrica, različitog stupnja usitnjenosti te drugih sastojaka. Mora biti kompaktno tako da se može narezivati, a na presjeku mora imati vidljive komadiće usitnjenog mesa i masnog tkiva te mora biti svojstvenog okusa i mirisa.

Pašteta je proizvod od različitih vrsta usitnjenog mesa, strojno otkošenog mesa, masnog i vezivnog tkiva i iznutrica, različitog stupnja usitnjenosti te drugih dodanih sastojaka.

Polutrajne kobasice

Polutrajne kobasice su pasterizirani proizvodi od različitih vrsta mesa, strojno otkošenog mesa, masnog i vezivnog tkiva i iznutrica, različitog stupnja usitnjenosti te drugih sastojaka. Pune se u ovitke, a mogu se podvrgnuti i postupku dimljenja. Polutrajne kobasice moraju ispuniti i ove uvjete:

- Ovitak mora dobro prianjati uz nadjev, a površina kobasica ne smije biti deformirana
- Sastojci nadjeva trebaju biti ravnomjerno raspoređeni i međusobno čvrsto povezani
- Na presjeku kobasica ne smije biti šupljina ni pukotina.

U tu skupinu ubrajaju se hrenovke i šunka u ovitku.

Hrenovke su polutrajne kobasice od svinjskog i/ili goveđeg mesa, masnog i vezivnog tkiva te drugih sastojaka.

Šunka u ovitku je polutrajna kobasica koja se proizvodi od više komada salamurenoga svinjskog mesa, masnog i vezivnog tkiva te drugih sastojaka (Ministarstvo poljoprivrede, 2018).

10.9.2. Toplinski neobrađeni mesni proizvodi

Toplinski neobrađeni mesni proizvodi su proizvodi dobiveni od različitih vrsta mesa sa ili bez pripadajućih kosti, potkožnoga masnog tkiva i kože, s dodanim drugim sastojcima, bez provođenja toplinske obrade. Proizvode se postupcima soljenja, salamurenja te procesima sušenja i zrenja, sa ili bez fermentacije, a mogu se podvrgnuti postupku dimljenja.

Sušenje je postupak konzerviranja kojim se iz mesa uklanja voda.

Zrenje je proces u proizvodnji toplinski neobrađenih mesnih proizvoda koji karakteriziraju proteolitička i lipolitička razgradnja mišićnog i masnog tkiva mesa te posljedično i druge složene biokemijske reakcije koje pridonose specifičnim fizikalno-kemijskim i senzorskim svojstvima te kvaliteti proizvoda. Za regulirano i ubrzano zrenje mesnim proizvodima se mogu dodavati starter-kulture mikroorganizama⁵¹ ili tvari kemijskog podrijetla.

Fermentacija je postupak konzerviranja pri kojem pod djelovanjem mikroorganizama dolazi do razgradnje ugljikohidrata mesa, odnosno dodanih šećera do mliječne kiseline i drugih spojeva, a praćeno je snižavanjem pH-vrijednosti proizvoda.

Toplinski neobrađeni mesni proizvodi dijele se u tri skupine: trajni suhomesnati proizvodi, trajne kobasice i fermentirane polusuhe kobasice (Ministarstvo poljoprivrede, 2018).

Trajni suhomesnati proizvodi

Trajni suhomesnati proizvodi su toplinski neobrađeni proizvodi od svinjskog mesa sa ili bez pripadajućih kosti, potkožnog masnog tkiva i kože, s dodanim drugim sastojcima. Iznimno se mogu proizvoditi i od mesa drugih vrsta životinja (što u tom slučaju mora biti jasno istaknuto).

Na tržištu moraju ispunjavati sljedeće uvjete:

- Površina treba biti suha i čista, s mjestimičnim mogućim manjim naslagama plijesni u tankom sloju
- Koža mora biti svijetle do tamnosmeđe boje i bez oštećenja
- Moraju biti dovoljno osušeni, a vanjski izgled, izgled presjeka, miris, okus, konzistencija i tekstura moraju odgovarati zrelosti proizvoda i vrsti mesa – ako su dimljeni, moraju imati miris i okus dima
- Moraju biti što pravilnijeg oblika, uredno obrezanih rubova i bez oštećenja
- Mesnati dijelovi moraju biti svijetlocrvene do tamnocrvene boje
- Masno tkivo mora biti čvrsto i bijele boje, a površinski slojevi mogu imati žućkastu nijansu.

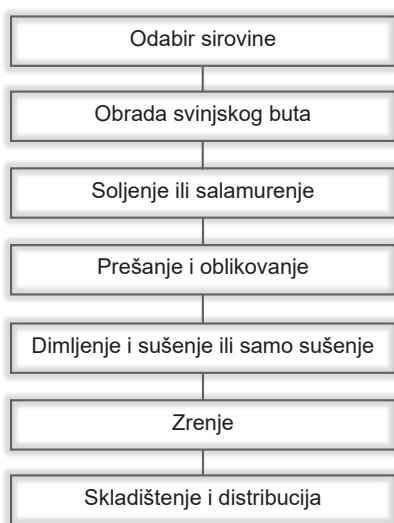
U svijetu se svi trajni suhomesnati proizvodi dobiveni od obrađenoga svinjskog buta soljenjem ili salamurenjem, sušenjem (sa ili bez dimljenja) te dugotrajnim zrenjem nazivaju **šunke**. Iznimno, u Italiji, Hrvatskoj i zemljama u okruženju koristi se naziv **pršut**.

⁵¹ Starter-kultura: dodatak koji se sastoji od jedne ili više vrsta mikroorganizama, a u proizvodnji mesnih proizvoda primjenjuje se s ciljem kontrole fermentacije.

Proizvodnja šunki (pršuta) tradicionalno je vezana uz mediteranske zemlje, osobito Španjolsku, Italiju, Francusku, Portugal i Hrvatsku (Istra i Dalmacija). Najveći proizvođač šunki (pršuta) je Španjolska (najpoznatiji tipovi španjolskih šunki su: *Jamón Ibérico* i *Jamón Serrano*), zatim Italija (*Prosciutto di Parma*, *Prosciutto di San Daniele*) te Francuska (*Jambon de Bayonne*). Dimljenje je u pravilu specifično za sjeverne krajeve europskoga kontinenta, gdje ne postoje optimalni uvjeti za sušenje.

U Hrvatskoj je također udomaćen naziv *pršut*, koji se i službeno koristi. Riječ potječe od talijanske riječi *prosciutto*, što je drugi naziv za šunku i uvijek se koristi za *prosciutto crudo*, odnosno nekuhanu šunku koja se proizvodi soljenjem (salamurenjem), sušenjem i dugotrajnim zrenjem. Naziv *pršut* koristi se i u nekim zemljama u našem okruženju (Slovenija – *kraški pršut*, Crna Gora – *njeguška pršuta*) (Kovačević, 2017).

Pršut je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta s kostima, sa ili bez kože i potkožnoga masnog tkiva, sa ili bez nogice, bez repa, sa ili bez zdjeličnih kostiju. Blok-shema proizvodnje pršuta prikazana je na slici 10.6.



Slika 10.6. Blok-shema proizvodnje pršuta (prerađeno prema: Kovačević, 2017)

Kao sirovine za proizvodnju pršuta koriste se plemenite mesnate (ili izrazito mesnate) pasmine svinja i njihovi križanci. Na razini EU zaštićena su četiri hrvatska pršuta. Istarski pršut nosi najvišu razinu zaštite (Zaštićena oznaka izvornosti), dok dalmatinski, krčki i drniški pršut nose oznaku Zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla.

Način obrade svinjskog buta značajno se razlikuje za pojedine načine proizvodnje. Sa svinjskog buta za proizvodnju istarskog pršuta skida se koža i potkožno masno tkivo, dok se za proizvodnju dalmatinskog, krčkog i drniškog pršuta but obrađuje na način da se zadržava koža i potkožno masno tkivo. Iznimno, kod proizvodnje drniškog pršuta odstranjuje se samo dio kože i masnog tkiva s unutarnje strane buta.

Soljenje ili salamurenje može se provesti pomoću morske soli (dalmatinski i drniški pršut) ili se uz sol mogu koristiti i začini. Kod proizvodnje istarskog pršuta uz sol koriste se još i crni papar, češnjak u prahu, lovor i ružmarin, dok se prilikom proizvodnje krčkog pršuta koristi samo kombinacija morske soli i crnog papra. Ta faza traje u pravilu 15–20 dana.

Po završetku soljenja pršuti se prešaju tijekom 7–10 dana. Takvim postupkom cijede se voda i mesni sok, te se osigurava **oblikovanje**. Tradicionalno se istarski pršut odlikuje izrazito izduženim oblikom (poput violine). Pršuti se potom, opcionalno, odsoljavaju (potapanjem ili ispiranjem hladnom vodom). Ukupan proces odsoljavanja traje oko 24 sata, a provodi se pri proizvodnji istarskog i drniškog pršuta.

Pravilno soljeni, isprani i ocijeđeni butovi vežu se konopcem u viseći položaj i podvrgavaju se ili **samo sušenju** (istarski i krčki pršut) ili **kombinaciji sušenja i dimljenja** (dalmatinski i drniški pršut). **Dimljenje** se provodi tijekom vlažnih i toplih dana, dok se za hladnijih dana provodi **sušenje** na buri. Proces sušenja ili kombinacija dimljenja i sušenja traje različito. Istarski i krčki pršut suši se 3–4 mjeseca, dok se dalmatinski i drniški pršut najprije dimi, a potom suši. Proces traje kraće kod dalmatinskog (1–1,5 mjesec) nego kod drniškog pršuta (2–4 mjeseca).

Nakon sušenja ili dimljenja i sušenja pršuti se prebacuju u tamne komore radi zrenja. **Zrenje** traje minimalno 8 mjeseci, a često i duže (12–14 mjeseci). Kod istarskog pršuta nakon 1–1,5 mjeseci zrenja započinje površinsko obrastanje plijesnima, koje s vremenom prekrivaju cijelu površinu pršuta te svojim enzimima pridonose zrenju i ujedno smanjuju površinsko isušivanje pršuta.

Ukupno vrijeme proizvodnje pršuta iznosi minimalno 9 mjeseci, a najčešće postupak traje 12 mjeseci ili duže (18 mjeseci), ovisno o veličini buta (istarski pršut) ili trajanju faze sušenja i dimljenja (duže traje kod drniškog pršuta).

Najmanja masa pršuta koji se mogu stavljati na tržište je 6,5 kg uz iznimku istarskoga, za koji je donja granica 7 kg (Kovačević, 2017).

Ostali trajni suhomesnati proizvodi su: suha šunka, suha lopatica, suha vratina, suha pečenica, suha slanina i panceta.

Suha šunka je trajni suhomesnati proizvod od svinjskog buta, sa ili bez kože i kostiju, proizveden opisanim postupkom proizvodnje trajnih suhomesnatih proizvoda.

Suha lopatica je trajni suhomesnati proizvod od svinjske lopatice, sa ili bez kože i kostiju, proizveden opisanim postupkom proizvodnje trajnih suhomesnatih proizvoda.

Suha vratina (buđola) je trajni suhomesnati proizvod od svinjske vratine bez kosti, površinskoga masnog tkiva i kože, proizveden opisanim postupkom proizvodnje trajnih suhomesnatih proizvoda.

Suha pečenica je trajni suhomesnati proizvod od svinjskih leđa i slabina, bez kosti, masnog tkiva i kože, proizveden opisanim postupkom proizvodnje trajnih suhomesnatih proizvoda.

Suha slanina je trajni suhomesnati proizvod koji se proizvodi od mišićnog i/ili masnog tkiva svinja, sa ili bez kože, proizveden opisanim postupkom proizvodnje trajnih suhomesnatih proizvoda.

Panceta je trajni suhomesnati proizvod pravokutnog oblika koji se proizvodi od svinjske potrbušine, sa ili bez hrskavice i kože, proizveden opisanim postupkom proizvodnje trajnih suhomesnatih proizvoda (Ministarstvo poljoprivrede, 2018).

Trajne kobasice

Trajne kobasice su toplinski neobrađeni proizvodi od različitih vrsta mesa, čvrstoga masnog tkiva i drugih sastojaka koji se nakon obrade i punjenja u ovitke podvrgavaju procesima fermentacije, sušenja i zrenja sa ili bez provedbe postupka dimljenja.

Na tržištu moraju ispunjavati sljedeće uvjete:

- Ovitak mora dobro prianjati uz nadjev, a površina kobasica ne smije biti deformirana
- Nadjev na presjeku treba imati izgled mozaika sastavljenog od komadića mišićnog tkiva crvene boje i masnog tkiva bijele boje
- Sastojci nadjeva trebaju biti ravnomjerno raspoređeni i međusobno čvrsto povezani
- Na presjeku kobasica ne smije biti šupljina i pukotina
- Kobasice se moraju lako narezivati.

U ovu skupinu toplinski neobrađenih proizvoda ubrajaju se kulen, zimska salama, čajna kobasica te srijemska kobasica.

Kulen je trajna kobasica koja se proizvodi od krupnije usitnjenoga svinjskog mesa i čvrstoga masnog tkiva, soli, crvene začinske paprike i češnjaka, uz mogućnost dodatka šećera, drugih začina ili ekstrakata začina, starter-kultura, aditiva i arome dima. Proizvodi se postupcima fermentacije, sušenja i zrenja sa ili bez provedbe postupka dimljenja.

Zimska salama je trajna kobasica od usitnjenoga svinjskog mesa i čvrstoga masnog tkiva, soli, šećera, začina i/ili ekstrakata začina te starter-kultura, uz mogućnost dodatka aditiva i arome dima. Može se dodati i do 10 % goveđeg mesa.

Čajna kobasica je trajna kobasica od usitnjenoga svinjskog i/ili goveđeg mesa, čvrstoga masnog tkiva, soli, šećera, začina i/ili ekstrakata začina te starter-kultura, uz mogućnost dodatka aditiva i arome dima.

Srijemska kobasica je trajna kobasica od usitnjenoga svinjskog i/ili goveđeg mesa, čvrstoga masnog tkiva, soli, šećera i crvene začinske paprike, koja se proizvodi uz mogućnost dodatka drugih začina i ekstrakata začina, starter-kultura, aditiva i arome dima.

Fermentirane polusuhe kobasice

Fermentirane polusuhe kobasice su toplinski neobrađeni proizvodi od usitnjenoga svinjskog i/ili goveđeg mesa, čvrstoga masnog tkiva, soli, šećera, začina i/ili ekstrakata začina, uz mogućnost dodatka starter-kultura, aditiva i arome dima. Iznimno se mogu proizvoditi od neke druge vrste mesa, ali mora biti jasno istaknuto od kojeg mesa potječu. Nakon obrade i punjenja u ovitke podvrgavaju se procesima fermentacije, sušenja i zrenja sa ili bez provedbe postupka dimljenja.

Na tržištu moraju ispunjavati sljedeće uvjete:

- Ovitak mora dobro prianjati uz nadjev, a površina kobasica ne smije biti deformirana
- Nadjev na presjeku treba imati izgled mozaika sastavljenog od približno ujednačenih komadića mišićnog i masnog tkiva
- Sastojci nadjeva trebaju biti ravnomjerno raspoređeni i međusobno čvrsto povezani
- Na presjeku kobasica ne smije biti šupljina i pukotina
- Kobasice se moraju lako narezivati (Ministarstvo poljoprivrede, 2018).

10.10. Literatura

- Costales, A., Gerber P., Steinfeld, H. (2006): Underneath the Livestock Revolution. U: Livestock Report. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Cvrtila, Ž., Dobranić, V. (2019): Utjecaj hlađenja i zamrzavanja na kakvoću i mikrofloru mesa. *Meso* 21, 79-87.
- Delegirana uredba Komisije (EU) 2017/1182 od 20. travnja 2017. o dopuni Uredbe (EU) 1308/2013 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu ljestvice razvrstavanja govedih, svinjskih i ovčjih trupova i u pogledu izvješćivanja o tržišnim cijenama određenih kategorija trupova živih životinja (Službeni list Europske unije, L 171/74).
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database (2019): Food Balances (2010-). Dostupno na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. Pristupljeno: 4. 10. 2022.
- Fumić, T., Mikuš, T. (2011): Janjetina. *Meso* 13, 105-108.
- Hrvatska agencija za hranu (2011): Znanstveno mišljenje o kvaliteti zamrznutog mesa peradi (pilećeg i purećeg) – Zahtjev HAH-Z-2011-1, Osijek.
- Huff-Lonergan, E. (2010): Chemistry and Biochemistry of Meat. U: Handbook of Meat Processing (ur. Toldrá, F.). Wiley-Blackwell, Ames, 5-24.
- Janječić, Z. (2005): Prehrambena vrijednost i sastav mesa i masti peradi. *Meso* 7, 11-13.
- Kiš, G. (2020): Utjecaj hranidbe na kvalitetu mesa peradi. *Meso* 22, 116-119.
- Kovačević, D. (2001): Kemija i tehnologija mesa i ribe. Prehrambena tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
- Kovačević, D. (2004): Sirovine prehrambene industrije (meso i riba). Prehrambena tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
- Kovačević, D. (2017): Kemija i tehnologija šunki i pršuta. Prehrambena tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
- Krvavica, M., Kegalj, A., Đugum, J. (2013): Masti i masne kiseline ovčjeg mesa. *Meso* 15, 111-121.
- Krznarić, M., Hadžiosmanović, M., Kozračinski, L. (2006): Prosuđivanje mesa zahvaćenog kvarenjem. *Meso* 8, 89-92.
- Maillard (n.d.): What are the different chicken parts? Dostupno na: <https://en.maillard.co/blogs/articles/what-are-the-different-meats-cuts-part-iii-chicken>. Pristupljeno: 10. 10. 2022.
- Ministarstvo poljoprivrede (2014): Pravilnik o informiranju potrošača o nepretpakiranoj hrani, Narodne novine 144 (izmjene i dopune: 64/2020; 144/2020).
- Ministarstvo poljoprivrede (2018): Pravilnik o mesnim proizvodima, Narodne novine 62.
- Ministarstvo poljoprivrede (2021): Pravilnik o razvrstavanju i označivanju govedih, svinjskih i ovčjih trupova te označivanju mesa koje potječe od goveda starih manje od 12 mjeseci, Narodne novine 76.
- Ministarstvo poljoprivrede (2022): Pravilnik o tržišnim standardima za meso peradi, Narodne novine 63.
- National Food Institute (2019): Food data, version 4. Technical University of Denmark, Kongens Lyngby. Dostupno na: <https://frida.fooddata.dk/>. Pristupljeno 20. 5. 2021.

- Schneller, T. (2009): Guide to Meat Identification, Fabrication and Utilization. Cengage Learning, Boston.
- Senčić, Đ., Samac, D. (2016): Nutritivna vrijednost svinjskog mesa – predrasude i stvarnost. *Meso* 18, 264-268.
- Sović, I. (2018): Piletina i puretina. *Meso* 20, 164-165.
- Šimundić, B. (2008): Prehrambena roba- prehrana i zdravlje. Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Sveučilište u Rijeci, Opatija.
- Tomašević, I., Stajić, S., Živković, D., Jokanović, M., Tomović, V., Stanišić, N. (2015): Effects of anatomical location within pork tenderloins on the quality of fast thawed steaks. *Meso* 17, 455-460.
- Uredba Komisije (EZ) 543/2008 o utvrđivanju detaljnih pravila za primjenu Uredbe Vijeća (EZ) br. 1234/2007 u pogledu tržišnih standarada za meso peradi. Službeni list Europske unije, L 157/46.
- Uredba (EU) 1308/2013 Europskog parlamenta i vijeća o uspostavljanju zajedničke organizacije tržišta poljoprivrednih proizvoda i stavljanju izvan snage uredbi Vijeća (EZ) br. 922/72, (EEZ), br. 234/79, (EZ) br. 1037/2001 i (EZ) br. 1234/2007. Službeni list Europske unije, L 347/671 (izmjena: 2017/1182).
- Volim meso (n.d.): Mesnica – govedo. Dostupno na: <https://www.volim-meso.hr/mesnica-govedo/>. Pristupljeno: 13. 1. 2023.
- Volim meso (n.d.): Mesnica – svinja. Dostupno na: <https://www.volim-meso.hr/mesnica-svinja/>. Pristupljeno: 13. 1. 2023.
- Williams, P. (2007): Nutritional composition of red meat. *Nutrition & Dietetics* 64, S113-S119.
- Živković, J. (1986): Higijena i tehnologija mesa II. dio: Kakvoća i prerada. GRO-Tipografija, Đakovo.

11. RIBE I PRERAĐENI PROIZVODI RIBARSTVA



11. RIBE I PRERAĐENI PROIZVODI RIBARSTVA

11.1. Proizvodnja i konzumacija proizvoda ribarstva

Gospodarska djelatnost koja obuhvaća uzgoj i ulov ribe i drugih živih organizama za potrebe direktne prehrane ili prerade naziva se **ribarstvo**. Ribarstvo može biti morsko i slatkovodno. **Slatkovodno ribarstvo** podrazumijeva dobavu ribe iz prirodne tekuće i stajaće vode te iz ribnjake. **Akvakultura** je uzgoj proizvoda ribarstva, dok se njezin dio koji se odnosi na uzgoj morskih organizama, uglavnom riba i školjkaša, naziva **marikultura** (Šimundić, 2008).

Proizvodi ribarstva su slatkovodne ili morske životinje podrijetlom iz ulova ili iz uzgoja, uključujući i sve jestive oblike, dijelove i proizvode tih životinja. U proizvode ribarstva ne ubrajaju se živi školjkaši, živi bodljikaši, živi plaštenjaci i živi morski puževi, sisavci, gmazovi i žabe. Proizvodi ribarstva mogu biti neprerađeni i prerađeni.

Neprerađeni proizvodi ribarstva nisu podvrgnuti preradi, ali mogu biti podijeljeni, razdvojeni, očišćeni od kostiju, zamrznuti, rashlađeni i sl. Na tržište mogu doći kao svježi (primjerice svježa srdela, skuša, incun) ili pripremljeni (primjerice zamrznuta i očišćena srdela, zamrznuti fileti oslića i sl.).

Prerađeni proizvodi ribarstva nastaju preradom neprerađenih proizvoda ribarstva, a mogu sadržavati dodane sastojke koji se koriste u proizvodnji i koji im daju posebne značajke (primjerice fileti incuna u ulju) (Ministarstvo poljoprivrede, 2014).

Ukupna svjetska proizvodnja proizvoda ribarstva iznosi nešto više od 171 milijun tona. Navedena količina uključuje proizvode ribarstva iz ulova i iz uzgoja. Ukupna proizvodnja slatkovodne ribe, pridnenih vrsta⁵², pelagičnih vrsta⁵³, ostalih morskih organizama, rakova, glavonožaca i ostalih morskih organizama prikazana je u tablici 11.1.

U ukupnoj svjetskoj proizvodnji proizvoda ribarstva oko 36,6 % otpada na slatkovodno ribarstvo, a na drugom su mjestu morske pelagične vrste (20,6 %), dok su pridnene vrste na trećem mjestu (13,6 %). Azijske zemlje najveći su svjetski proizvođači proizvoda ribarstva jer osiguravaju čak 70 % svjetske opskrbe. Iz Azije se osiguravaju i najveće količine slatkovodne ribe. Na svjetskoj razini najveći pojedinačni proizvođač je Kina, a slijede Indonezija, Indija i Vijetnam (FAOSTAT, 2019).

U Europi se najviše proizvode i uzgajaju pridnene vrste (41,3 %), a na drugom su mjestu pelagične vrste (32,2 %). U Hrvatskoj također prevladavaju pelagične vrste, koje čine gotovo 75 % ukupnih proizvoda ribarstva. Na drugom su mjestu pridnene vrste (tablica 11.1).

Prosječna konzumacija proizvoda ribarstva u svijetu iznosi 19,9 kg/stanovnik/godišnje, što je dvostruko više nego prije pedesetak godina. Najveća konzumacija je u Australiji i na Novom Zelandu (25,9 kg/stanovnik/godišnje), a slijede azijske zemlje. Na svjetskoj razini konzumira se najviše slatkovodne ribe, (8 kg/stanovnik/godišnje), što je posljedica činjenice da azijske zemlje prednjače upravo u konzumaciji te skupine riba (10,8 kg/stanovnik/godišnje). Prosječna konzumacija ribe u Europi iznosi 21,4 kg/stanovnik/godišnje, dok je u Hrvatskoj prosječna konzumacija nešto manja i iznosi 19,0 kg /stanovnik/godišnje (tablica 11.2.).

⁵² Pridnene vrste: vrste koje obitavaju u dubljim slojevima mora (primjerice bijela riba, raža i morski pas).

⁵³ Pelagične vrste: vrste koje obitavaju u slojevima mora od dna do same površine (primjerice sitna i krupna plava riba).

Tablica 11.1. Proizvodnja proizvoda ribarstva u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (t) FAOSTAT (2019)

| | Slatkovodne ribe | Pridnene vrste | Pelagične vrste | Ostale morske ribe | Rakovi | Glavonošci | Ostali morski organizmi | Ukupno |
|--|------------------|----------------|-----------------|--------------------|------------|------------|-------------------------|-------------|
| Svijet | 62 664 140 | 23 284 050 | 35 254 190 | 9 641 390 | 15 186 770 | 3 742 400 | 21 321 620 | 171 094 560 |
| Afrika | 4 639 250 | 1 707 520 | 4 311 360 | 600 790 | 222 950 | 192 700 | 42 420 | 11 716 990 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 3 144 620 | 4 304 760 | 8 499 040 | 227 650 | 2 062 500 | 705 770 | 1 561 930 | 20 506 270 |
| Azija | 51 937 490 | 9 850 250 | 16 242 520 | 8 730 790 | 12 324 050 | 2 624 370 | 18 656 630 | 120 366 100 |
| Australija i Novi Zeland | 76 210 | 368 340 | 146 270 | 17 410 | 53 160 | 22 000 | 134 620 | 818 010 |
| Europa | 2 852 850 | 7 044 600 | 5 492 130 | 19 290 | 519 590 | 194 500 | 919 530 | 17 042 490 |
| Hrvatska | 3 660 | 14 420 | 55 370 | 60 | 10 080 | 940 | 1 520 | 86 050 |

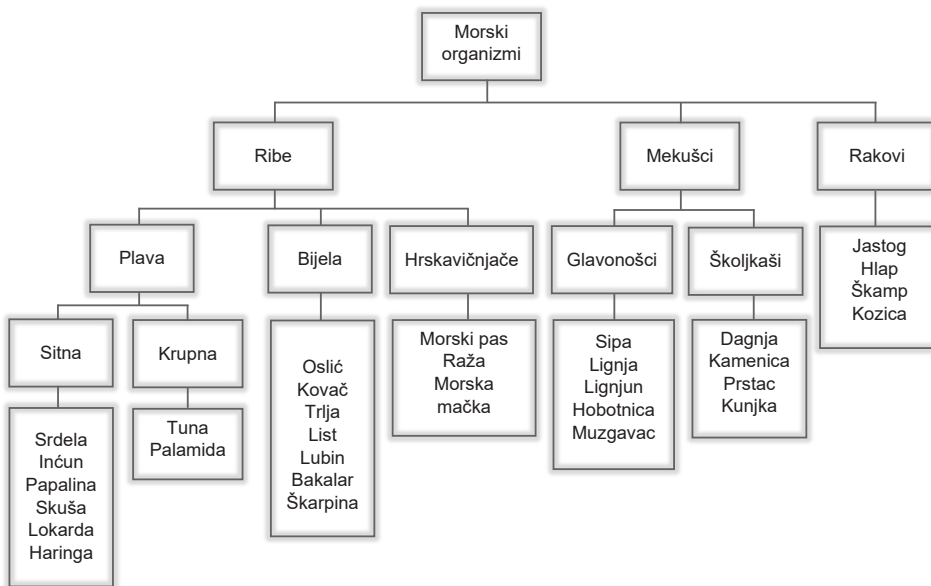
Tablica 11.2 Konzumacija proizvoda ribarstva u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (kg/stanovnik/godišnje) FAOSTAT (2019)

| | Slatkovodne ribe | Pridnene vrste | Pelagične vrste | Ostale morske ribe | Rakovi | Glavonošci | Ostali morski organizmi | Ukupno |
|--|------------------|----------------|-----------------|--------------------|--------|------------|-------------------------|--------|
| Svijet | 8,0 | 2,8 | 3,0 | 1,0 | 2,0 | 0,5 | 2,6 | 19,9 |
| Afrika | 3,7 | 1,5 | 3,4 | 0,7 | 0,2 | 0,04 | 0,03 | 9,6 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 3,8 | 2,8 | 3,0 | 0,3 | 2,9 | 0,4 | 1,4 | 14,6 |
| Azija | 10,8 | 2,4 | 2,5 | 1,3 | 2,3 | 0,5 | 3,8 | 23,6 |
| Australija i Novi Zeland | 3,8 | 6,8 | 5,6 | 1,7 | 4,3 | 1,1 | 2,6 | 25,9 |
| Europa | 3,8 | 7,1 | 5,4 | 0,4 | 1,8 | 0,9 | 2,0 | 21,4 |
| Hrvatska | 1,3 | 4,2 | 8,9 | 0,1 | 0,9 | 3,0 | 0,6 | 19,0 |

U Europi se najviše konzumiraju pridnene vrste (7,1 kg/stanovnik/godišnje), a u Hrvatskoj pelagične vrste (8,9 kg/stanovnik/godišnje). Na drugom mjestu po konzumiranoj količini u Hrvatskoj su pridnene vrste (4,2 kg/stanovnik/godišnje) (tablica 11.2.). U Europi se najviše proizvoda ribarstva konzumira na Islandu (91,9 kg/stanovnik/godišnje), a slijede Portugal i Norveška (FAOSTAT, 2019).

11.2. Podjela i vrste proizvoda ribarstva

Proizvodi ribarstva mogu se prema podrijetlu podijeliti na morske i slatkvodne organizme. Morski organizmi koji kao proizvodi ribarstva mogu doći na tržište dijele se u tri skupine: ribe, mekušci i rakovi (slika 11.1.).



Slika 11.1. Podjela morskih organizama (izrada autorice)

Morska riba dijeli se u tri skupine: plava riba, bijela riba i hrskavičnjače. **Plava i bijela riba** ubrajaju se u skupinu koštunjača. Koštunjače su ribe koje imaju razvijen pravi kostur. Toj skupini pripada gotovo 90 % poznatih riba. Ako ribe imaju hrskavični kostur, nazivaju se **hrskavičnjače**. U hrskavičnjače se ubrajaju primjerice morski pas, raža i morska mačka.

U **mekušce** se ubrajaju glavonošci i školjkaši. **Glavonošci** se odlikuju duguljastim mekanim tijelom sluzave površine s krakovima među kojima se nalaze rožnate čeljusti i velike oči. **Školjkaši** su građeni od tijela pričvršćenog za ljušturu. Tijelo školjkaša je mekano, omotano sluzavim plaštem. **Rakovi** se ubrajaju u skupinu beskralježnjaka (slika 11.1). Rakovi i mekušci obično se popularno nazivaju i plodovi mora.

Proizvodi slatkvodnog ribarstva uključuju slatkvodne ribe i slatkvodne rakove.

Slatkvodne ribe prema vrsti stavljaju se na tržište kao ribe iz ribnjaka i ribe iz otvorenih voda. Najpoznatije vrste riba iz ribnjaka su kalifornijska pastrva, som, smuđ i štika. Pastrva, som, smuđ i štika mogu živjeti također i u otvorenim vodama.

Slatkvodni rakovi mogu biti riječni i močvarni.

11.3. Hranjiva vrijednost mesa ribe

Mišićno tkivo predstavlja najveći jestivi dio ribe i njegov sastav određuje senzorska svojstva i hranjivu vrijednost mesa ribe. Hranjiva vrijednost mesa ribe je promjenjiva i ovisi ne samo o vrsti ribe već i unutar iste vrste postoje razlike s obzirom na dob, spolnu zrelost, vrijeme mrijesta, okolišne uvjete i geografsko područje ulova te godišnje doba. Kod riba iz uzgajališta hranjiva vrijednost mesa uvelike ovisi o načinu hranidbe. Hranjiva vrijednost pojedinih morskih organizama prikazana je u tablicama 11.3. i 11.4.

Tablica 11.3. Kemijski sastav odabranih vrsta morskih organizama u 100 g – makronutrijenti (Kaić-Rak i Antičić, 1990; *National Food Institute*, 2019; *Public Health England*, 2019)

| Vrsta morskog organizma | Voda (g) | Bjelančevine (g) | Ugljikohidrati (g) | Masti (g) | Kolesterol (mg) | Energetska vrijednost (kJ/kcal) |
|-------------------------|----------|------------------|--------------------|-----------|-----------------|---------------------------------|
| Tuna ¹ | 62 | 21,5 | 0,0 | 15,5 | 52 | 943/226 |
| Losos | 68 | 18,4 | 4,5 | 7,5 | 70 | 666/159 |
| Skušar | 68,1 | 17,8 | 0 | 12,9 | 66 | 780/187 |
| Srdela ² | 74,4 | 19,8 | 0 | 6,1 | 51 | 562/134 |
| Oslu | 82,0 | 16,3 | 0 | 0,4 | – | 292/69 |
| Orada ² | 77,7 | 17,5 | 0 | 2,9 | 38 | 405/96 |
| Brancin ² | 69,4 | 20 | 0 | 9,8 | 71 | 703/168 |
| Bakalar | 80,7 | 17,6 | 0 | 0,6 | 43 | 320/75 |
| Lignja ² | 80,5 | 15,4 | 1,2 | 1,7 | 225 | 344/81 |
| Dagnja | 80,6 | 11,9 | 3,7 | 2,2 | 38 | 348/83 |
| Škamp | 76,0 | 19,6 | 0,7 | 1,3 | 95 | 393/93 |
| Jastog | 76,0 | 19,6 | 0,7 | 1,3 | 129 | 393/93 |

¹ Kaić-Rak i Antičić, 1990; ² Public Health England, 2019; – nema podatka

Udio **vode** u mesu ribe kreće se u granicama 60 – 80 % i veći je nego kod mesa toplokrvnih životinja. Voda u organizmu ribe može biti slobodna i vezana. Slobodna voda je otapalo mineralnih tvari i topljivih bjelančevina. Vezana voda pridonosi senzorskim svojstvima mesa ribe, kao što su primjerice okus, konzistencija i elastičnost. Vezana vode smrzava se pri temperaturi ispod 0°C i nema ulogu otapala.

Bjelančevine su najvredniji sastojak mesa ribe te su zastupljene u udjelu 12–27 %. Uz veliku biološku vrijednost karakterizira ih lakša probavljivost (probave se u prosjeku za 2 do 3 sata) te povoljniji aminokiselinski sastav u odnosu na meso toplokrvnih životinja. Meso ribe bogato je esencijalnim aminokiselinama: metioninom, lizinom, triptofanom, argininom i histidinom. Bjelančevine ribe osiguravaju duži osjećaj sitosti, a također je pokazano da djeluju pozitivno na regulaciju profila masnoća u krvi (Cvrtila i Kozačinski, 2006).

Udio **ugljikohidrata** u mesu ribe je nizak (0,7–4,5 %). Najveći dio ugljikohidrata čini glikogen.

Tablica 11.4. Kemijski sastav odabranih vrsta morskih organizama u 100 g – mikronutrijenti (Kaić-Rak i Antonić, 1990; *National Food Institute*, 2019; *Public Health England*, 2019)

| Vrsta | Vitamin A ³ (µg) | Vitamin D (µg) | Vitamin E ⁴ (mg) | Tiamin (mg) | Riboflavin (mg) | Niacin (mg) | Piridoksin (mg) | Pantotenska kiselina (mg) | Cijano-kobalamin (µg) | Fosfor (mg) | Natrij (mg) | Kalij (mg) | Jod (µg) | Kalcij (mg) | Cink (mg) | Selen (µg) |
|----------------------|-----------------------------|----------------|-----------------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|---------------------------|-----------------------|-------------|-------------|------------|----------|-------------|-----------|------------|
| Tuna ¹ | 450 | – | – | 0,16 | 0,16 | 8,5 | – | – | 4,8 | 264 | 43 | – | – | 38 | 0,50 | – |
| Losos | 15 | 30,0 | 1,30 | 0,23 | 0,10 | 6,0 | 0,97 | 2,00 | 6,2 | 200 | 57 | 330 | 30 | 20 | 1,04 | 32,2 |
| Skuša | 31,8 | 8,1 | 0,50 | 0,14 | 0,30 | 8,5 | 0,51 | 0,43 | 11,4 | 196 | 105 | 315 | 20 | 15 | 0,94 | 36,0 |
| Srdela ² | 10 | 4 | 0,31 | 0 | 0,34 | 10,1 | 0,31 | 0,69 | 8,3 | 257 | 136 | 387 | 79 | 50 | 0,70 | 51,0 |
| Oslić | – | – | – | 0,10 | 0,20 | – | – | – | – | 142 | 74 | 365 | – | 41 | – | 25,3 |
| Orada ² | – | – | – | 0,08 | 0,10 | 5,4 | 0,46 | 0,21 | 2,0 | 230 | 110 | 270 | – | 40 | 0,30 | – |
| Brancin ² | 34 | 0 | 0,48 | 0,39 | 0,20 | 3,0 | 0,37 | 0,73 | 3,0 | 202 | 72 | 370 | 8 | 14 | 0,60 | 29 |
| Bakalar | 0 | 1,0 | 0,45 | 0,05 | 0,04 | 2,0 | 0,21 | 0,14 | 1,1 | 200 | 76 | 338 | 253 | 15 | 0,38 | 28,7 |
| Lignja ² | 15 | 0 | 1,20 | 0,10 | 0,12 | 3,4 | 0,69 | 0,68 | 3,0 | 190 | 110 | 280 | 20 | 13 | 1,10 | 66,0 |
| Dagnja | 84 | 0 | 3,50 | 0 | 0,20 | 1,6 | 0,09 | – | 10,2 | 145 | 582 | 145 | 140 | 30 | 3,40 | 46,0 |
| Škamp | 0 | 0 | 1,50 | 0,13 | 0,01 | 2,0 | 0,21 | 1,50 | 0,9 | 144 | 341 | 213 | 240 | 48 | 4,60 | 55,0 |
| Jastog | 0 | 0 | 1,50 | 0,08 | 0,05 | 2,0 | 0,21 | 1,50 | 6,3 | 144 | 538 | 138 | 700 | 48 | 4,60 | 38,1 |

¹ Kaić-Rak i Antonić, 1990; ² Public Health England, 2019.

³ Vitamin A (RAE – Retinol Acitivity Equivalent) – sadržaj vitamina A izražen kao ekvivalent aktivnosti retinola; ⁴ Vitamin E (αTE) – sadržaj vitamina E izražen kao ekvivalent alfa-tokoferola; – nema podataka

Mast je komponenta po čijem se udjelu najviše razlikuje meso pojedinih vrsta ribe. Udio masti kreće se u širokom rasponu, od 0,4 do 20 %, a upravo udio masti često služi i kao parametar za podjelu ribe u skupine. Ovisno o sadržaju masti ribe se dijele na nemasne, srednje masne i masne ribe.

- **Nemasne ribe** sadrže do 3 % masti, primjerice: oslić, bakalar i orada
- **Srednje masne ribe** sadrže do 8 % masti, primjerice: srdela i losos
- **Masne ribe** imaju više od 8 % masti, primjerice: skuša, tuna, brancin i haringa.

Ovisno o raspodjeli masti, riba se dijeli na plavu i bijelu. **Plava riba** pohranjuje masti u masnim stanicama po cijelom tijelu, dok ju **bijela riba** pohranjuje u jetri i djelomično u trbušnoj šupljini.

Masti riba po sastavu se razlikuju od masti toplokrvnih životinja. Sastoje se od 17–21 % zasićenih i 60–84 % nezasićenih masnih kiselina. Najzastupljenija pojedinačna masna kiselina u mesu ribe je oleinska (C18:1 *n*-9), koja je između ostalog zaslužna za mekoću konzistencije i sočnost mesa. Među nezasićenim masnim kiselinama prevladavaju masne kiseline iz skupine *n*-3 u odnosu na *n*-6, pa se omjer *n*-3/*n*-6 nalazi u rasponu od 5:1 do 10:1.

Najveću hranjivu vrijednost mesu ribe daje sadržaj višestruko nezasićenih masnih kiselina iz skupine *n*-3, i to eikosapentaenske (EPA C20:5 *n*-3) i dokozaheksaenske (DHA C22:6 *n*-3) masne kiseline. Upravo tim masnim kiselinama pripisuju se mnogobrojni pozitivni učinci redovite konzumacije ribe na zdravlje. Višestruko nezasićene masne kiseline iz skupine *n*-3 potrebno je unositi hranom jer iako ih organizam može sintetizirati iz α -linolenske masne kiseline (ALA C18:3 *n*-3), u tom je procesu stupanj konverzije vrlo nizak. Udio višestruko nezasićenih masnih kiselina razlikuje se među pojedinim vrstama morskih organizama, a prosječno je značajno veći u plavoj nego u bijeloj ribi, školjkašima ili mekušcima (tablica 11.5.).

Tablica 11.5. Prosječna količina višestruko nezasićenih masnih kiselina iz skupne *n*-3 u 100 g odabranih morskih organizama (*Public Health England*, 2019)

| Vrsta morskog organizma | Višestruko nezasićene masne kiseline iz skupine <i>n</i> -3 (g) |
|-------------------------|---|
| Tuna | 1,20 |
| Losos | 2,00 |
| Skuša | 4,00 |
| Srdela | 1,33 |
| Bakalar | 0,08 |
| Lignja | 0,16 |
| Dagnja | 0,51 |

Najveći udio višestruko nezasićenih masnih kiselina iz skupine *n*-3 u 100 g ribe ima skuša, a slijede losos, srdela i tuna (tablica 11.5.).

Profil masnih kiselina u mesu ribe uvelike ovisi o načinu njihove ishrane budući da se sadržaj pojedinih masnih kiselina u ribljnoj hrani u velikoj mjeri odražava na sadržaj masnih kiselina u mesu ribe. Kemijski sastav mesa riba iz ulova znatno je varijabilniji u odnosu na meso riba iz uzgoja. Tijekom godine uočljive su oscilacije u sadržaju *n*-3 višestruko nezasićenih masnih kiselina u plavoj ribi. Najviše masti (pa posljedično i *n*-3 višestruko nezasićenih masnih kiselina) ima u mesu ribe tijekom proljeća i ljeta (primjerice u srdeli čak do 3 g/100g), dok je njihov sadržaj najmanji tijekom zime (u siječnju i veljači). Nasuprot tome uzgajališta do određene mjere kontroliraju faktore koji utječu na kemijski

sastav mesa ribe poput: sastava hrane, okoliša, genetskih odlika i tehnološkog ciklusa, tako da je sastav mesa riba iz uzgoja znatno ujednačeniji u odnosu na ribu iz ulova. Posljednjih godina u marikulturi se ulažu veliki napor u optimiranje sastava hrane kojom će se uzgojiti riba sa značajnim sadržajem $n-3$ višestruko nezasićenih masnih kiselina.

Riba pripada hrani koja je siromašna **kolesterolom** (38–70 mg/100g). Iznimku među morskim organizmima čine rakovi i lignje. Primjerice škamp i jastog mogu sadržavati 100–150 mg kolesterola/100g, dok lignje prosječno sadrže oko 200 mg kolesterola/100 g (tablica 11.3.).

Vitamini sadržani u mesu ribe su vitamini A, D, E, pojedini vitamini B-kompleksa (tiamin, riboflavin, niacin, piridoksin, pantotenska kiselina, cijanokobalamin) te zanemarive količine vitamina C. Vitamini topljivi u mastima (A, D, E) nalaze se uglavnom u jetri i ribljem ulju, dok su ostali vitamini prisutni u samom mesu ribe. Vitaminima A, D i E bogatija je masna riba, poput tune, lososa i skuše (tablica 11.4.).

Mineralne tvari zastupljene u mesu ribe su fosfor, natrij, kalij, fluor, jod, kalcij i cink, a od elemenata u tragovima selen i molibden. Minerale mesa ribe karakterizira dobra iskoristivost u ljudskom tijelu, pa je primjerice jedna od poželjnih značajki povoljan omjer natrija i kalija te povoljan omjer kalcija i fosfora (tablica 11.4.).

Važno je istaknuti da je riba dobar prirodni izvor joda, minerala važnog za normalno funkcioniranje štitne žlijezde. Sitna plava riba odličan je izvor kalcija i fosfora. Unos kalcija, fosfora i fluora najveći je kada se sitna plava riba jede zajedno s kostima. Hrana bogata bjelančevinama obično sadržava i značajne količine cinka, pa se proizvodi ribarstva smatraju odličnim izvorom toga važnog minerala. Meso ribe jedan je od izvora selena koji je važan za zdravlje, posebice zbog snažnoga antioksidativnog djelovanja (Kaić-Rak i Antonić, 1990; Cvrtila i Kozačinski, 2006; Šimundić, 2008; *National Food Institute*, 2019; *Public Health England*, 2019) (tablica 11.4.).

11.4. Procjena kakvoće mesa ribe

Uobičajena senzorna ocjena kakvoće mesa ribe obuhvaća procjenu mirisa, izgleda: očiju, škrge, kože, sluzi, potrbušnice i analnog otvora te konzistencije i boje.

Svježa riba zadovoljavajuće kvalitete na tržištu mora imati sljedeće značajke: da ima miris na svježju ribu, da su oči bistre i pune, da su škrge vlažne i jasno crvene, da je koža vlažna i da ima boju svojstvenu za određenu vrstu ribe, da je količina sluzi neznatna i da je ona rjeđe konzistencije, da je sluz ujednačeno raspoređena po površini ribe, da je meso čvrsto i da udubljenje koje nastaje pritiskom prstiju popuštanjem pritiska nestaje, da meso u presjeku ima boju svojstvenu vrsti ribe, da je potrbušnica neoštećena i sjajna te da je analni otvor stisnut (Kozačinski i sur., 2006).

Vrlo je važno ribu odmah nakon izlova podvrgnuti pravilnom hlađenju ili zamrzavanju te održavati niske temperature tijekom cijelog razdoblja manipulacije (od izlova do konzumacije ili prerade). Meso ribe se u usporedbi s mesom toplokrvnih životinja brže kvari i predstavlja povoljniju podlogu za razvoj mikroorganizama. Razlog tome je visok udio vode, manje vezivnog tkiva i manje elastina. Takav sastav pridonosi poželjnoj mekoći i sočnosti mesa ribe, ali posljedično čini meso podložnijim fermentativnoj i mikrobiološkoj razgradnji.

Promjene na mesu ribe nakon izlova događaju se razmjerno brzo, a mogu se podijeliti u četiri faze: pojačano lučenje sluzi, posmrtna ukočenost, zrenje i kvarenje (Kovačević, 2001; Šimundić 2008).

Faza pojačanog lučenja sluzi počinje nakon uginuća, ali za razliku od tankog sloja sluzi koji ribu prekriva tijekom života, u ovoj fazi sluz je gušća i djelomično neprozirna, a po svojem je sastavu dobra podloga za razvoj mikroorganizama i njihovih enzima koji postupno izazivaju promjene izgleda površine ribe.

Faza posmrtna ukočenosti započinje prestankom unošenja kisika u organizam, što je poticaj za anaerobne kemijske i biokemijske procese. Tijekom te faze dolazi do snižavanja pH-vrijednosti tkiva prema kiselom području, zbog čega se mišićna vlakna aktin i miozin spajaju u kompleks aktomiozin, što uzrokuje skraćivanje i skrućivanje mišićnih vlakana. Mišići se napinju, a ta se pojava, kao i kod mesa toplokrvnih životinja, naziva posmrtna ukočenost (*rigor mortis*). Nastupanje ukočenosti značajno se razlikuje kod pojedinih vrsta riba. Može nastupiti u razdoblju od pola sata do 12 sati nakon izlova.

Tijelo ribe u toj fazi postaje tvrdo, teško se savija, škržni lukovi čvrsto prijanjaju uz škrge, čeljusti ribe postaju zategnute, a analni otvor je stisnut i uvučen. U toj je fazi pH-vrijednost mesa ribe neutralna ili blago kisele vrijednosti, što ne pogoduje razvoju i aktivnostima mikroorganizama. To je i razlog što se posmrtnu ukočenost kod ribe nastoji što više produžiti kako bi se što bolje i trajnije očuvala njezina svježina. Taj se učinak postiže hlađenjem ili zamrzavanjem upravo u ovoj fazi, čime se koči aktivnost enzima te zaustavlja proces razgradnje i kvarenja mesa ribe.

Faza zrenja započinje popuštanjem mrtvačke ukočenosti, čime se stvaraju uvjeti za razvoj i aktivnost mikroorganizama. Autolitičke promjene u mesu ribe mogu biti izazvane bakterijskom i enzimatskom razgradnjom. Posljedično, mogu nastati i spojevi neugodnog mirisa. Intenzitet mirisa ovisi o vrsti ribe i tipu razgradnje. Neugodan, tzv. riblji miris potječe najčešće od spoja trimetilamina (TMA), koji nastaje kao posljedica bakterijske aktivnosti. Uz mikrobiološko kvarenje, u mesu ribe često nastupa i kvarenje izazvano oksidacijskim procesima u masnim tkivima.

Faza kvarenja očituje se: vidljivim naslagama guste, ljepljive sluzi na površini ribe, mekanom i tjestastom konzistencijom mesa, mutnim i upalim očima, ispupčenim žučkastosmeđim analnim otvorom, suhim škragama prekrivenima ljepljivom sluzi i karakterističnim mirisom pokvarene ribe (Kovačević, 2001; Šimundić, 2008).

11.5. Konzerviranje ribe hlađenjem i zamrzavanjem

Morska riba se neposredno nakon izlova, još na ribarskim brodovima, sortira prema veličini, pere te ovisno o veličini slaže u plastične sanduke s ledom (sitna plava riba), spremišta s ledom ili u bazene s hladnom salamurom (krupna plava riba). Krupnoj ribi prije pothlađivanja vade se unutarnji organi. Pothlađena riba transportira se na daljnju preradu. Najčešće korištene metode konzerviranja ribe su hlađenje i zamrzavanje.

11.5.1. Konzerviranje ribe hlađenjem

Postupkom hlađenja u dubini mesa ribe treba postići temperaturu u intervalu od početne temperature zamrzavanja do +4°C. Hlađenje ribe neposredno nakon izlova ima važnu ulogu u sprečavanju negativnog utjecaja ukočenosti. Pri višim temperaturama dolazi do intenzivne ukočenosti kojoj je svojstvena jaka kontrakcija mišića i povećana žilavost mesa te u slučaju da se riba zamrzava, dolazi do pojave veće količine iscjetka tijekom odmrzavanja.

Hlađenje se može provesti na više načina: u hladnjačama uz pomoć rashlađenog zraka, u bazenima s hladnom vodom te uz pomoć ohlađene salamure ili morske vode. Odmah na brodu riba se stavlja u sanduke s ljuskastim ledom u omjeru leda i ribe 1:1.

Trajnost ohlađene ribe na temperaturi nižoj od 4°C je oko 7 dana. Promjene koje se događaju pri navedenim uvjetima ne narušavaju bitno prehrambena ni senzorska svojstva, ali se očituju na način da riba očvrstne i postaje tvrde konzistencije, tkivni sokovi postaju viskoziji, a masa ribe smanjuje se zbog isušivanja vode (kalo hlađenja) (Kovačević, 2001).

11.5.2. Konzerviranje ribe zamrzavanjem

Postupkom zamrzavanja treba postići temperaturu u dubini ribe od -18°C . **Zamrzavanje** se može provesti u struji hladnog zraka, u kontaktu s metalnim površinama te uranjanjem ili raspršivanjem tekućeg CO_2 ili dušika.

Zamrznuta riba može se na temperaturi -18°C skladištiti godinu dana. Pri skladištenju zamrznute ribe nastaju brojne promjene na mesu koje se intenziviraju produženim skladištenjem. Promjene se očituju kao: neelastičnost, isušenost, gubitak boje, spužvasta konzistencija, oksidacija i hidroliza masti, promjena mirisa i okusa i sl. (Kovačević, 2001).

Najintenzivnije promjene na mesu ribe tijekom zamrzavanja i odmrzavanja događaju se u temperaturnom rasponu od -1 do 5°C . Što se brže prijeđe taj temperaturni interval, promjene na mesu ribe bit će manje. Upravo iz tog razloga važno je i postupak zamrzavanja provesti što brže (Šoša, 1989).

Odmrzavanje se na početku odvija brzo, a s vremenom se usporava. Razlog tome je činjenica da se tijekom odmrzavanja postupno povećava debljina sloja otopljenog mesa na površini, što usporava prijenos topline i proces odmrzavanja postaje sporiji. Izrazito je važno da površina mesa ribe ne bude topla jer se time povećava rizik od kvarenja. Odmrzavanje zamrznute ribe može se provesti: uranjanjem u hladnu vodu, pomoću mikrovalova ili izlaganjem hladnom zraku.

Uranjanje u hladnu vodu brza je i prihvatljiva metoda odmrzavanja ribe, međutim potrebno je voditi računa o trajanju postupka. Ako se radi o tanjim komadima ribe (fileti), postupak bi trebao trajati najviše 5–10 minuta. Odmrzavanje pomoću mikrovalova također je prihvatljiva metoda, ali uz pretpostavku da se provede brzo. Moguće je primijeniti i odmrzavanje pomoću hladnog zraka (u rashladnom uređaju), ali tim se postupkom izdvaja značajna količina vode, što uzrokuje i stanoviti gubitak kvalitete. Ne preporučuje se odmrzavanje na sobnoj temperaturi ili potapanjem u toplu vodu (Stuiber, 2011).

11.6. Prerađeni proizvodi ribarstva

Prerađeni proizvodi ribarstva dijele se na: riblje konzerve, riblje polukonzerve, smrznute riblje proizvode i druge riblje proizvode.

11.6.1. Riblje konzerve

Riblje konzerve su proizvodi pripremljeni termičkom sterilizacijom pojedinih vrsta riba pakiranih u hermetički zatvorenu ambalažu. Pri proizvodnji ribljih konzervi mogu se koristiti i umaci od ulja, začina te različitog voća ili povrća. Maseni udio umaka ne smije biti veći od 10 % u odnosu na neto masu proizvoda. Također se mogu koristiti različiti aditivi, koji moraju biti navedeni na oznaci (primjerice natrijev glutamat, hidrolizat biljnih proteina, emulgatori i dr.) (Kovačević, 2001).

Riblje konzerve mogu se proizvoditi od morske i od slatkovodne ribe. **Konzerve od morske ribe** proizvode se od sitne plave ribe, krupne plave ribe ili od ostalih vrsta riba.

Konzerve od sitne plave ribe proizvode se primjerice od srdela, papalina, incuna ili mješavine sitne plave ribe. Prerada ribe započinje uklanjanjem nejestivih dijelova i ispiranjem krvi. Riba se potom salamuri. Cilj salamurenja je postizanje konzervirajućeg učinka, dodatno izvlačenje zaostale krvi iz mesa te postizanje željenoga slanog okusa. Riba se zatim ručno slaže u limenke naizmjenično glava-rep. Za slaganje riba u limenke važno je da sve ribe budu podjednake veličine. Sljedeći postupci su kuhanje i pečenje ribe. U limenke se potom dodaje naljev od ulja. Najčešće se koristi suncokretovo ili maslinovo ulje, a mogu se dodavati i različiti začini. Limenke se hermetički zatvaraju i podvrgavaju sterilizaciji. Sterilizacija ribljih konzervi provodi se u posebnim uređajima – autoklavima.

Nakon termičke sterilizacije i pregleda konzerve odležavaju u prosjeku oko 2 mjeseca. Tijekom odležavanja proizvod dobiva karakterističnu boju i konzistenciju. Limenke se redovito pregledavaju s ciljem pronalaska nedostataka na samoj limenci te se oštećene uklanjaju.

Optimalna temperatura za skladištenje limenki je 15–20°C, a vrijeme skladištenja ne bi trebalo biti duže od 3 godine. Konzerve od dimljene ribe mogu se skladištiti i duže od 4 godine (Kovačević, 2001).

Konzerve od krupne plave ribe proizvode se od tune koja u njima može biti u obliku fileta, komada ili komadića. Tuna se nakon izlova odmah zamrzava. U tvornici započinje proces odmrzavanja, a nakon rezanja repa i prednjeg dijela glave tuna se reže na komade i kuha 2–4 sata u tzv. parnim komorama. Nakon kuhanja hladi se i čisti od nejestivih dijelova. Očišćeni komadi pune se u limenke u koje se dodaju različiti naljevi (ulje, salamura, povrće i dr.).

Konzerve od druge morske ribe najčešće su s dodacima kao što su povrće, gljive, voće ili žitarice.

Konzerve od slatkovodne ribe proizvode se primjerice od dimljenog šarana ili druge vrste dimljene slatkovodne ribe. Mogu se također dodavati povrće, voće, gljive ili žitarice (Kovačević, 2001).

11.6.2. Riblje polukonzerve

Riblje polukonzerve su proizvodi s trajnošću do 18 mjeseci. Ovisno o tome je li provedena termička obrada ili ne, riblje polukonzerve mogu se podijeliti u dvije skupine: pasterizirane i nepasterizirane.

- **Pasterizirane riblje polukonzerve** proizvode se na način da se hermetički zatvorena polukonzerva podvrgava termičkoj obradi pasterizacijom
- **Nepasterizirane riblje polukonzerve** sadrže dodanu sol ili ocat kao sredstvo za konzerviranje, pa nije potrebna termička obrada.

Riblje polukonzerve mogu se proizvoditi od morske i od slatkovodne ribe. Polukonzerve od morske ribe mogu biti marinade i proizvodi od slane ribe. Najpoznatije polukonzerve od slatkovodne ribe su kavijar i riblja ikra.

Marinade su slano-kiseli nepasterizirani proizvodi sa ili bez dodatka povrća. Kao preljev koriste se salamura, octena kiselina ili ulje. Konzervirajući učinak tijekom mariniranja postiže se dodatkom soli, octene kiseline i različitih začina (primjerice crveni luk i papar). Marinade se mogu proizvoditi kao hladne (od svježe ili soljene ribe) i kao vruće (od prethodno pržene ili kuhane ribe).

Proizvodi od slane ribe dobivaju se preradom soljenih incuna ili srdela s dodatkom ulja, umaka ili salamure.

Kavijar je nepasterizirana ikra slatkovodnih riba. Na tržištu se mogu naći crni i crveni kavijar. Riblja ikra za proizvodnju kavijara može se izdvajati iz riba porodice *Acipenseridae* u koju spadaju jesetra, moruna, pastrva i kečiga. Crni kavijar je najcjenjenija i najpoznatija vrsta, a proizvodi se od jesetre. Najpoznatiji je *beluga* kavijar. Ime je dobio po beluga jesetri koja obitava u Kaspijskom jezeru i okolnim rijekama. Iako se zove crni, boja mu je sivkasto-crna, a što je boja svjetlija, smatra se kvalitetnijim.

Crveni kavijar proizvodi se od ikre lososa ili jezerske pastrve. Smatra se da je lošije kvalitete u usporedbi s crnim. Ako je na proizvodu naznačen samo naziv „kavijar“, podrazumijeva se da je dobiven od jesetre, a ako je dobiven od nekih drugih vrsta riba mora bit naznačeno „kavijar od (naziv vrste)“.

Kavijar se proizvodi na način da se nakon ulova ribi vade jajnici i lagano se odvaja ikra od opne jajnika. Potom se ikra tretira sa soli, pri čemu nabubri i očvrstne. Prilikom proizvodnje mogu se dodavati i konzervansi, nakon čega se cijedi i pakira. Kavijar je bogat bjelančevinama, kolesterolom (300 mg/100g), natrijem (oko 2g/100g) i vitaminom B₁₂ (15µg/100g).

Riblja ikra naziv je za proizvode koji se mogu naći na tržištu, a dobiveni su od ikre drugih slatkovodnih ili morskih riba.

11.6.3. Smrznuti i drugi prerađeni proizvodi ribarstva

Smrznuti proizvodi ribarstva proizvode se zamrzavanjem, a skladište se na temperaturu nižoj od -18°C. Ti proizvodi prije zamrzavanja mogu biti podvrgnuti termičkoj obradi, usitnjavani ili im mogu biti dodani drugi sastojci. Proizvodi iz te skupine na tržištu su panirana riba, smrznuta riba i drugi smrznuti proizvodi.

Drugi prerađeni proizvodi ribarstva obuhvaćaju soljenu, dimljenu i sušenu ribu.

Soljena riba može se stavljati u promet kao cijela, sa ili bez glave, utrobe i repa, i to u obliku ispruženih ili smotanih fileta (najčešće od sitne plave ribe) ili u obliku riblje paste. Soljenjem se može konzervirati morska i slatkovodna riba. Najčešće se na taj način konzerviraju losos, srdela, inćun te od slatkovodnih riba šaran, štika ili smuđ. Soljenje je najbolje provesti tijekom faze *rigor mortis* jer je tada riba najotpornija na vanjske utjecaje. Sol kao konzervirajuće sredstvo potiče dehidraciju mesa, ali i kemijske i biokemijske promjene na bjelančevinama i mastima.

Dimljena riba može biti slatkovodna ili morska. Od morske ribe najčešće se na tržištu nalaze dimljeni losos, dimljena haringa, orada, brancin i tuna, a od slatkovodne ribe pastrva, štika i šaran. Dimljenju se može podvrgnuti cijela ili filetirana riba, ali je važno da prije dimljenja bude temeljito očišćena i salamurena. Osim što djeluje antibakterijski, dimljenje istodobno pojačava okus i aromu ribe, pa su takvi proizvodi cijenjeni kod potrošača.

Postupak dimljenja provodi se obično u automatiziranim komorama, a može se provesti na dva načina: hladno dimljenje na temperaturi nižoj od 40°C i toplo dimljenje na temperaturi 60–150°C. Hladno dimljena riba ima nježniju teksturu i blaži okus, dok je riba dobivena toplim dimljenjem aromatičnijeg okusa i grublje teksture. Za dimljenje koristi se uglavnom bukovo drvo ili kombinacija bukve i bijelog hrasta (Riba Hrvatske, 2021).

Sušena riba jedan je od najstarijih i najjednostavnijih ribljih proizvoda. Za sušenje su pogodne slatkovodne ribe (primjerice pastrva i štika) ili morska bijela riba s malo masnoće i s čvrstom strukturom mišića (primjerice oslić ili bakalar). Riba za sušenje treba biti na poseban način pripremljena (očišćena od utrobe, sa ili bez glave) i otvorena u obliku leptira (tzv. leptir-filet) da se dobiju tanji komadi, pogodniji za sušenje. Riba se prije sušenja može i ne mora soliti. Ako se riba soli, tada soljenje traje 2–3 dana tijekom kojih riba mora biti pritisnuta utegom. Potom se riba suši na zraku u uvjetima koji se razlikuju za pojedine vrste riba, ali najčešće na temperaturi oko 30°C uz optimalnu relativnu vlažnost 50–70 %. Važan čimbenik kod sušenja ribe je strujanje zraka. Što je strujanje slabije, sušenje će biti sporije (Gospodarski list, 2006).

11.7. Zdravstveni učinci konzumacije ribe

Mnogo je faktora koji utječu na stavove potrošača o ribi i na naviku njezine konzumacije. Navike konzumacije i stavovi pod utjecajem su brojnih poticaja, ali i prepreka.

Poticaaj za konzumiranje ribe je opće prihvaćena percepcija ribe kao nutritivno poželjne hrane tj. hrane čija redovita konzumacija može imati pozitivan utjecaj na zdravlje.

Prepreke češćoj konzumaciji su specifičan intenzivan miris i okus ribe, nepraktičnost, nesigurnost i manjak znanja potrošača prilikom odabira i pripreme ribe, rizici povezani sa zdravljem, slaba dostupnost te visoka cijena (Carlucci i sur., 2015).

11.7.1. Pozitivni učinci konzumacije ribe

Interes za potencijalne pozitivne učinke konzumacije ribe na zdravlje potaknut je 70-ih godina 20. stoljeća rezultatima istraživanja koja su pokazala znatno manji rizik obolijevanja od kardiovaskularnih bolesti među Eskimima u usporedbi sa zapadnjačkom populacijom. Pozitivni učinci pripisani su konzumaciji kitovog mesa i masne ribe te ribljevog ulja.

Istraživanja danas potvrđuju povezanost konzumacije ribe i dužega životnog vijeka, odnosno smanjenja rizika od najčešćih uzroka smrtnosti: kardiovaskularnih bolesti, pretilosti, metaboličkog sindroma i psihičkih bolesti (Jayedi i Shab-Bidar, 2020; Li i sur., 2020).

Iako mnoge hranjive tvari u kombinaciji s malom energetsom vrijednosti pridonose pozitivnim zdravstvenim učincima konzumacije ribe, djelovanje na zdravlje u najvećoj se mjeri pripisuje sadržaju i učincima višestruko nezasićenih masnih kiselina iz skupine *n*-3. Najizraženiji učinci *n*-3 masnih kiselina su protuupalno djelovanje i snižavanje koncentracije serumskih triacilglicerola (Lorente-Cebrián i sur., 2013).

Danas se zna da iako je upala dio normalnog odgovora organizma na infekcije i ozljede, prekomjerna ili dugotrajna upala pridonosi razvoju niza akutnih i kroničnih bolesti (kao što su: bolesti srca, pretilost, reumatoidni artritis, dijabetes tipa 2, neki karcinomi te psihički poremećaji). Upalni procesi karakterizirani su proizvodnjom upalnih citokina, eikozanoida te drugih inflamatornih agensa. Višestruko nezasićene masne kiseline iz skupine *n*-3 (EPA i DHA) djeluju protuupalno, metabolizirajući se do protuupalnih medijatora te, ako su prisutne u dovoljnim količinama, smanjuju proizvodnju upravo tih upalnih eikozanoida, citokina i reaktivnih kisikovih vrsta te su potencijalno moćna protuupalna sredstva (Oehlenschläger, 2012; Tørris i sur., 2018).

Sniženje koncentracije serumskih triacilglicerola uslijed povećane konzumacije *n*-3 višestruko nezasićenih masnih kiselina djeluje pozitivno na prevenciju kardiovaskularnih bolesti, pretilosti i metaboličkog sindroma.

U okviru pravilne prehrane stručnjaci danas preporučuju konzumaciju najmanje 2 jedinice serviranja ribe tjedno. Preporuka je da jedno serviranje bude masna riba. Ta količina može osigurati poželjan unos od 250 mg EPA + DHA dnevno. Posebno se savjetuje da riba zamijeni drugu prehrambeno manje vrijednu hranu (EFSA, 2010).

11.7.2. Rizici povezani s konzumacijom ribe

Iako se konzumacija ribe najčešće dovodi u pozitivnu vezu sa zdravljem, prvenstveno jer riba predstavlja izvor biološki vrijednih bjelančevina, sadrži malo zasićenih i puno višestruko nezasićenih masnih kiselina, bogata je vitaminima i mineralima, uz konzumaciju ribe ponekad se vežu i rizici za zdravlje.

Rizici konzumacije ribe povezuju se sa: histaminom, parazitima, živom i drugim teškim metalima te mikroplastikom (Šimat, 2019).

Histamin pripada skupini biogenih amina, a nastaje uslijed bakterijske aktivnosti kojom se vrši pretvorba aminokiseline histidin u histamin. Nastanak histamina vezan je uz neodgovarajuću temperaturu manipulacije i nepravilno skladištenje plave ribe koja obiluje histidinom. S ciljem sprečavanja nastanka histamina, od iznimne je važnosti tijekom manipulacije, skladištenja i prerade ribe pridržavati se temperaturnih režima održavanja niske temperature, ali i pridržavati se higijenskih zahtjeva. Histamin ne mijenja senzorska svojstva ribe, a osjetljivost na njegovo djelovanje je individualna. Simptomi trovanja histaminom javljaju se vrlo brzo nakon konzumacije, a uključuju difuzno crvenilo lica oko očiju i usta koje se može proširiti i po drugim dijelovima tijela, gastrointestinalne poremećaje, pojačano znojenje, pritisak u prsima i lupanje srca.

Od **parazita** potencijalno opasnih za ljudsko zdravlje, a koji se mogu naći u ribi posebno je opasan *Anisakis spp.*, koji se može naći u sirovoj ili termički nedovoljno obrađenoj ribi i glavonošcima. Najčešći izvor te zaraze su *sushi*, *sashimi* ili *carpaccio*. Postupci konzerviranja ribe kao što su soljenje, mariniranje i sterilizacija u konzervama uništavaju ovog nametnika.

Živa i drugi teški metali u mesu ribe mogu se naći kao posljedica zagađenja mora u kojem riba obitava. Najčešće se u ribi nalazi organski oblik, metil-živa, a akumulira se u predatorskim vrstama (morski pas, tuna, skuša, gof). Oprez je potreban kod male djece i trudnica jer živa može oštetiti živčani sustav u razvoju. Kod odraslih unos žive povezuje se s kroničnim neurodegenerativnim bolestima kao što su Parkinsonova i Alzheimerova bolest, reumatoidni artritis, poremećaji imunološkog sustava i alergije.

Mikroplastika je naziv za čestice plastičnog materijala manje od 5 mm koje kao posljedica onečišćenja završe u probavnom sustavu riba. Iako se probavni sustav riba prije konzumacije uklanja, mikroplastika predstavlja rizik jer može apsorbirati teške metale i bakterije. Mikroplastika može predstavljati poseban rizik kod školjkaša jer se konzumiraju zajedno s probavilom.

Istraživanja također pokazuju da je potrošačima važno podrijetlo ribe i način njezinog dobivanja (ulov ili uzgoj). Većina potrošača ima predrasude prema ribi iz marikulture i smatra da je ta riba lošije kvalitete i lošijeg okusa. Percipirane razlike u kvaliteti potrošači pripisuju nekvalitetnoj hranidbi riba u uzgajalištu. Međutim važno je istaknuti da je službeni stav EFSA (*European Food Safety Authority*) da nema dokazane razlike u senzorskim značajkama i parametrima kvalitete između ribe iz ulova i iz uzgoja, naravno uz pretpostavku da se posebna pozornost pridaje hranidbi riba (EFSA, 2005).

11.8. Literatura

- Carlucci, D., Nocella, G., De Devitiis, B., Viscecchia, R., Bimbo, F., Nardone, G. (2015): Consumer purchasing behaviour towards fish and seafood products. Patterns and insights from, a sample of international studies. *Appetite* 84, 212-227.
- Cvrtila, Ž., Kozačinski, L. (2006): Kemijski sastav mesa riba. *Meso* 8, 365-370.
- EFSA – European Food Safety Authority (2005): Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on, a request from the European Parliament related to the safety assessment of wild and farmed fish. *EFSA Journal* 3 (7) 236, 118.
- EFSA – European Food Safety Authority, Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) (2010): Scientific opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, *trans* fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal* 8 (3), 1461.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database (2019): Food Balances (2010-). Dostupno na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. Pristupljeno: 4. 10. 2022.
- Gospodarski list (2006): Sušenje i dimljenje ribe. Dostupno na: <https://gospodarski.hr/rubrike/susenje-i-dimljenje-riba>. Pristupljeno: 22. 9. 2022.
- Jayedi, A., Shab-Bidar, S. (2020): Fish consumption and the risk of chronic disease: An umbrella review of meta-analysis of prospective cohort studies. *Advances in Nutrition* 11, 1123–1133.
- Kaić-Rak, A., Antonić, K. (1990): Tablice o sastavu namirnica i pića. Zavod za zaštitu zdravlja SR Hrvatske, Zagreb.
- Kovačević, D. (2001): Kemija i tehnologija mesa i ribe. Prehrambeno tehnološki fakultet, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Osijek.
- Kozačinski, L., Filipović, I., Cvrtila, Ž., Hadžosmanović, M., Zdolec, N. (2006): Ocjena svježine morske ribe. *Meso* 8, 158-164.
- Li, N., Wu, X., Zhuang, W., Xia, L., Chen, Y., Wu, C., Rao, Z., Du, L., Zhao, R., Yi, M., Wan, Q., Zhou, Y. (2020): Fish consumption and multiple health outcomes: Umbrella review. *Trends in Food Science & Technology* 99, 273-283.
- Lorente-Cebrián, S., Costa, A. G. V., Navas-Carretero, S., Zabala, M., Martínez, J. A., Moreno-Aliaga, M. J. (2013): Role of omega-3 fatty acids in obesity, metabolic syndrome, and cardiovascular diseases: a review of the evidence. *Journal of Physiology and Biochemistry* 69, 633-651.
- Ministarstvo poljoprivrede (2014): Vodič za informiranje potrošača o proizvodima ribarstva i akvakulture. Uprava za ribarstvo, Zagreb.
- National Food Institute (2019): Food data, version 4. Technical University of Denmark, Kongens Lyngby. Dostupno na: <http://frida.fooddata.dk>. Pristupljeno: 21. 6. 2021.
- Oehlschläger, J. (2012): Seafood: Nutritional benefits and risk aspects. *International Journal for Vitamin and Nutrition Research* 82, 168-176.
- Public Health England (2019): McCance and Widdowson's The Composition of Foods Integrated Dataset (CoFID). United Kingdom. Dostupno na: <http://www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/europe/en>. Pristupljeno: 21. 6. 2021.
- Riba Hrvatske (2021): Sve čari dimljene ribe. Dostupno na: <https://www.ribahrvatske.hr/sve-cari-dimljene-riba>. Pristupljeno: 22. 9. 2022.

- Stuiber, D. A. (2011): Home freezing of fish. University of Alaska Fairbanks Cooperative Extension Service, Board of Regents, University of Wisconsin System, Sea Grant Institute, Madison.
- Šimundić, B. (2008): Prehrambena roba, prehrana i zdravlje. Fakultet za turistički i hotelski menadžment, Sveučilište u Rijeci, Opatija.
- Šimat, V. (2019): Pet opasnosti iz mora – istina i zablude. Dostupno na: <https://www.ribahrvatske.hr/pet-opasnosti-iz-mora-istina-i-zablude>. Pristupljeno: 22. 10. 2021.
- Šoša, B. (1989): Higijena i tehnologija prerade morske ribe. Školska knjiga, Zagreb.
- Tørris, C., Smastuen, M. C., Molin, M. (2018): Nutrients in fish and possible association with cardiovascular disease risk factors in metabolic syndrome. *Nutrients* 10, 952.

12. MLIJEKO I MLIJEČNI PROIZVODI



12. MLIJEKO I MLIJEČNI PROIZVODI

12.1. Povijesni pregled proizvodnje i prerade mlijeka

U mlađem kamenom dobu (10 000–6 500 god. pr. n. e.) napuštanjem nomadskog načina života i osnivanjem stalnih nastambi započinje i pripitomljavanje životinja. Smatra se da su ovce i koze bile prve životinje koje su bile pripitomljene i koje su se iskorištavale za meso i mlijeko, a tek potom su se počele koristiti krave, kobile i deve. Povijesni zapisi potvrđuju da su se u Mezopotamiji (5 000 god. pr. n. e.) krave držale s ciljem proizvodnje mlijeka i fermentiranih mliječnih proizvoda. Prvi fermentirani mliječni proizvodi nastali su spontano tijekom transporta mlijeka u životinjskim mješinama. Ti su uvjeti pogodovali razvoju bakterija mliječne kiseline nužnih za proizvodnju sira i sirutke. Sirutka se već tada koristila kao osvježavajući napitak, a sir se obrađivao dodatkom soli s ciljem produženja trajnosti. Na sličan način, spontanom fermentacijom, azijska ratnička plemena u to su doba proizvodila kefir i jogurt. Arheološki nalazi govore u prilog činjenici da su i Sumerani i Babilonci proizvodili sir od kravljeg, kozjeg i ovčjeg mlijeka. U doba stare Grčke dodatno se razvija proizvodnja sira koji se obredno prinosio bogovima. U to vrijeme Hipokrat (400 god. pr. n. e.) opisuje mlijeko kao savršenu hranu. Rimljani su dodatno razvijali tehnologiju prerade mlijeka, a Dioklecijan je 300 god. pr. n. e. donio i pravilnik o kvaliteti i cijeni sira.

U srednjem vijeku, kada su samostani bili centri gospodarskog i društvenog razvoja, upravo redovnici usavršavaju tehnologiju prerade mlijeka i proizvodnje sira. Otkrićem Novoga svijeta mlijeko se počinje koristiti i prerađivati na američkom kontinentu. Koze su bile prve mliječne životinje koje su prenesene iz Europe u Ameriku, u kojoj se dotad uopće nije konzumiralo mlijeko.

Početak 19. stoljeća, kada je Louis Pasteur otkrio postupak pasterizacije, mlijeko postaje dostupno široj populaciji. Po završetku prve industrijske revolucije (druga polovica 19. stoljeća) napušta se manufakturni način proizvodnje i započinje razvoj industrijske prerade mlijeka i proizvodnje mliječnih proizvoda.

12.2. Proizvodnja i konzumacija mlijeka i mliječnih proizvoda

Iako globalna proizvodnja mlijeka i mliječnih proizvoda obuhvaća mlijeko nekoliko životinjskih vrsta: kravlje, bivolje, kozje, ovčje, kobilje, magareće i devino, na svjetskoj razini najviše se proizvodi i prerađuje kravlje mlijeko. Statistički podaci proizvodnje i konzumacije mlijeka, maslaca i vrhnja prikazani su u tablicama 12.1. i 12.2.

Azijske zemlje najveći su svjetski proizvođači mlijeka (42,7 % svjetske proizvodnje) i maslaca (57,4 % svjetske proizvodnje), dok se u Europi proizvodi najviše vrhnja (čak oko 82 % svjetske proizvodnje) (tablica 12.1.). Projekcije govore da se u budućnosti očekuje intenzivan rast proizvodnje mlijeka u Aziji te u Sjevernoj i Južnoj Americi, dok se u Europi predviđa znatno umjereniji rast (FAO, 2021).

U ukupnoj europskoj proizvodnji udio kravljeg mlijeka je 96,3 %, a slijede ovčje (1,9 %), kozje (1,6 %) i bivoljičino (0,2 %) mlijeko. Najveći proizvođači i prerađivači mlijeka u Europi su Njemačka (22,7 %), Francuska (17,2 %) i Nizozemska (9,6 %). Nešto više od dvije trećine (69,8 %) proizvedenog mlijeka u Europi preradi se u sir i maslac (EUROSTAT, 2020).

Tablica 12.1. Proizvodnja mlijeka, maslaca i vrhnja u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (1000 t) (FAOSTAT, 2019)

| | Mlijeko (bez maslaca) | Maslac | Vrhnje |
|--|-----------------------|--------|--------|
| Svijet | 864 854 | 11 631 | 3 626 |
| Afrika | 42 429 | 288 | 59 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 190 688 | 1 301 | 313 |
| Azija | 369 047 | 6 681 | 163 |
| Australija i Novi Zeland | 30 667 | 589 | 132 |
| Europa | 232 001 | 2 772 | 2 958 |
| Hrvatska | 615 | 4 | - |

Najveći proizvođač ovčjeg i kozjeg mlijeka u Europi je Španjolska (1,1 milijuna tona), a slijede Grčka i Francuska (0,8 milijuna tona). Iz Italije potječe cjelokupna europska proizvodnja mlijeka bivolica (oko 0,7 milijuna tona) (EUROSTAT, 2020).

Najviše mlijeka konzumira se u Australiji i na Novom Zelandu, gotovo tri puta više od svjetskog prosjeka (206,8 kg/stanovnik/godišnje), a slijede Europa (178,4 kg/stanovnik/godišnje) te Sjeverna, Srednja i Južna Amerika (149,3 kg/stanovnik/godišnje).

Stanovništvo Australije i Novog Zelanda konzumira najviše maslaca (tri puta više od svjetskog prosjeka), dok se u Europi konzumira najviše vrhnja (čak 3,7 kg/stanovnik/godišnje). U Hrvatskoj je konzumacija mlijeka višestruko veća od svjetskog i europskog prosjeka (223,7 kg/stanovnik/godišnje) (tablica 12.2.).

Tablica 12.2. Konzumacija mlijeka, maslaca i vrhnja u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (kg/stanovnik/godišnje) (FAOSTAT, 2019)

| | Mlijeko (bez maslaca) | Maslac | Vrhnje |
|--|-----------------------|--------|--------|
| Svijet | 70,8 | 1,5 | 0,5 |
| Afrika | 24,6 | 0,3 | 0,05 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 149,3 | 1,2 | 0,3 |
| Azija | 48,0 | 1,5 | 0,09 |
| Australija i Novi Zeland | 206,8 | 4,7 | 0,2 |
| Europa | 178,4 | 3,5 | 3,7 |
| Hrvatska | 223,7 | 1,7 | - |

12.3. Hranjiva vrijednost mlijeka i mliječnih proizvoda

Mlijeko je biološka tekućina, složenog i promjenjivog sastava, bijele do žućkastobijele boje, specifičnog okusa i mirisa, koju izlučuju mliječne žlijezde sisavaca određeno vrijeme nakon poroda. Mlijeko je prirodni sekret mliječne žlijezde, dobiveno iz jedne ili više mužnji kojem nije ništa dodano niti oduzeto. U nazivu mlijeka ili mliječnih proizvoda obavezno je navesti životinjsku vrstu od koje mlijeko potječe, osim u slučaju kravljeg mlijeka, kada je dovoljan samo navod: mlijeko (bez navođenja podrijetla) (Uredba (EU) 1308/2013).

Mliječni proizvodi su proizvodi dobiveni isključivo od mlijeka, pri čemu se podrazumijeva da se mogu dodavati tvari potrebne za njihovu proizvodnju pod uvjetom da se te tvari ne koriste kako bi se u cijelosti ili djelomično zamijenio bilo koji sastojak mlijeka.

12.3.1. Kravlje mlijeko

Kemijski sastav kravljeg mlijeka može biti vrlo promjenjiv jer ovisi o brojnim čimbenicima: pasmini i zdravstvenom stanju muznih životinja, redosljedu i stadiju laktacije, načinu hranidbe, sezoni, vrsti mužnje, dobi i broju mužnji te o značajkama same životinje (dob, težina i sl.). U ovisnosti o tim faktorima u mlijeku je najviše promjenjiv udio mliječne masti, a najmanje udio laktoze. Prosječan kemijski sastav mlijeka prikazan u tablici 12.3.

Tablica 12.3. Prosječan kemijski sastav kravljeg mlijeka u 100 g (prerađeno prema: Balthazar i sur., 2017)

| Hranjiva tvar | Količina | Hranjiva tvar | Količina |
|---------------------|------------|----------------------|----------|
| Voda (g) | 87,9±0,5 | Vitamin A (µgRAE)* | 37,0±8,0 |
| Masti (g) | 3,3±0,2 | Retinol (µg) | 35,0±8,0 |
| Bjelančevine (g) | 3,4±0,1 | Karotenoidi (µg) | 16,0±8,0 |
| Kazein (g) | 3,0±0,1 | Vitamin E (mg) | 0,1±0,01 |
| Laktoza (g) | 4,7±0,4 | Riboflavin (mg) | 0,2±0,01 |
| Mineralne tvari (g) | 0,7±0,0 | Niacin (mg) | 0,1±0,05 |
| Kalij (mg) | 145,0±11,5 | Folat (µg) | 8,5±1,5 |
| Kalcij (mg) | 112,0±14,5 | Cijanokobalamin (µg) | 0,5±0,3 |
| Magnezij (mg) | 11,0±0,5 | Vitamin C (mg) | 1,0±0,5 |
| Fosfor (mg) | 91,0±5,5 | Vitamin D (µg) | 0,2±0,1 |

*Vitamin A (RAE – *Retinol Acitivity Equivalent*) – sadržaj vitamina A izražen kao ekvivalent aktivnosti retinola

Voda čini najveći udio u mlijeku, a nalazi se u dva oblika: slobodna i vezana voda. U slobodnoj vodi nalaze se otopljene suhe tvari mlijeka (laktoza, mineralne tvari, vitamini topljivi u vodi) te se u njoj odvijaju svi procesi obrade mlijeka. Vezane vode ima znatno manje, a nalazi se u sastavu pojedinih sastojaka suhe tvari mlijeka (kazein, proteini sirutke, masne globule i dr.).

Mliječna mast je komponenta mlijeka čiji udio najviše varira u svježem kravljem mlijeku (2,5–5,5 %). Odgovorna je za ugodan okus, aromu te konzistenciju i teksturu mliječnih proizvoda. U mlijeku se mliječna mast nalazi u obliku globula različite veličine. Mliječnu mast uglavnom čine triacilgliceroli (estri glicerola i masnih kiselina), ali ima i složenih fosfolipida (lecitin, kefalin i sfingomijelin) te kolesterola.

Bjelančevine mlijeka su potpune jer sadrže sve esencijalne aminokiseline. S aspekta prerade mlijeka i proizvodnje mliječnih proizvoda važno je istaknuti da se u mlijeku nalaze dva glavna tipa bjelančevina: kazein i bjelančevine sirutke, i to u omjeru 80:20 %. **Kazein** je najsloženija bjelančevina mlijeka koja se procesom zgrušavanja izdvaja iz mlijeka prilikom proizvodnje sira, a **bjelančevine sirutke** zaostaju u tekućoj fazi (sirutki), po kojoj su i dobili ime (Tratnik i Božanić, 2012).

Sadržaj **laktoze** u kravljem mlijeku je oko 4,7 %. Taj je disaharid važan sa stajališta prerade mlijeka jer se proizvodnja svih fermentiranih mliječnih proizvoda temelji upravo na fermentaciji laktoze. Tijekom fermentacije dio laktoze (23–30 %) prelazi uglavnom u mliječnu kiselinu (75–95 %) i u druge spojeve.

Mineralne tvari prisutne su u prosječnoj količini od 0,7 %, a nalaze se u međusobnom odnosu i obliku koji najbolje odgovara potrebama ljudskog organizma. U mlijeku je identificirano oko 40 različitih makrominerala i mikrominerala. Za hranjivu vrijednost mlijeka najznačajniji su sljedeći makrominerali: kalcij, fosfor, magnezij, natrij, kalij i klor. Iako su prisutni brojni mikrominerali (cink, jod, brom, mangan, selen), njihova količina vrlo je mala, pa se navodi da su prisutni u tragovima. Količinski su najvažniji udjeli kalija, kalcija i fosfora.

Kalij je količinski najzastupljeniji mineral u mlijeku i nalazi se u potpuno topljivom obliku. Zastupljenost u mlijeku mu je tri puta veća nego natrija.

Kalcij se u mlijeku nalazi u povoljnom omjeru s fosforom (1,2–1,4:1). Taj je omjer isti kao u ljudskom kosturu, pa posljedično organizam može dobro iskoristiti kalcij iz mlijeka.

Osim o omjeru s fosforom, iskorištenje kalcija iz mlijeka ovisi o: količini topljivoga kalcija, količini vitamina D i količini laktoze. Vitamin D potiče apsorpciju kalcija, a laktoza potiče peristaltiku crijeva i pomaže probavu sastojaka hrane, pa tako i razgradnju kazeina koji je nositelj veće količine kalcija i fosfora.

Vitamini kojima je bogato mlijeko pripadaju uglavnom skupini vitamina B-kompleksa, među kojima su najzastupljeniji vitamini B₂ i B₁₂. Ostali vitamini B-kompleksa prisutni su u manjim količinama. Postupci toplinske obrade mlijeka u pravilu ne utječu na vitamine B-kompleksa jer ih je većina termostabilna (uz iznimku folata koji je termolabilan).

Sadržaj vitamina topljivih u mastima (A, D, E, K) u značajnoj mjeri ovisi o količini mliječne masti. Vitamin A nalazi se u mlijeku u obliku aktivnog vitamina A i u obliku provitamina β-karotena. Zahvaljujući upravo β-karotenu boja mlijeka je svijetložućkasta. Prisutna količina vitamina A nije dovoljna za zadovoljenje dnevnih potreba. Mlijeko je siromašno i vitaminom D. Upravo se iz tog razloga konzumno mlijeko često obogaćuje vitaminima A i D. Vitamini E i K također su prisutni u malim količinama (Balthazar i sur., 2017).

12.3.2. Mlijeko drugih vrsta sisavaca

Iako se u svijetu najviše proizvodi i prerađuje kravlje mlijeko, za ljudsku konzumaciju pogodna su još mlijeka drugih sisavaca: koza, ovaca, bivolica, magarica, kobilica i deva. Na drugom i trećem mjestu po proizvedenim i prerađenim količinama nakon kravljeg mlijeka su ovčje i kozje mlijeko. U posljednjih petnaestak godina raste interes i za magarećim mlijekom kao i za sirom od mlijeka bivolica. Budući da se upravo te četiri vrste mlijeka ili njihovih prerađevina mogu naći na našem tržištu, ukratko će biti opisane u nastavku.

Kozje mlijeko postaje sve više predmet interesa potrošača koji su alergični na bjelančevine kravljeg mlijeka. Otprilike tri četvrtine osoba alergičnih na kravlje mlijeko dobro podnosi kozje mlijeko i ne razvija na njega alergijsku reakciju. Bjelančevine i masti kozjeg mlijeka probavljivije su u odnosu na one iz kravljeg mlijeka. Karakterističan okus kozjeg mlijeka potječe od kratkolančanih i srednjelančanih masnih kiselina (posebice kaprilne, kapronske i kaprinske), koje su upravo po kozi i dobile ime. U usporedbi s kravljim mlijekom, bogatije je mineralima, posebice kalijem, a kao i kravlje mlijeko izvrstan je izvor biorazgradivoga kalcija te fosfora i magnezija. Najčešće se prerađuje u sireve.

Ovčje mlijeko sadrži gotovo dvostruko veću količinu masti nego kravlje mlijeko, što mu daje kremastiju konzistenciju. Specifičan okus ovčjeg mlijeka potječe od velike količine kratkolančanih masnih kiselina. Osim mastima, ovčje mlijeko bogato je i bjelančevinama. Sadrži znatno više kazeina nego kravlje mlijeko, pa se upravo zato najčešće koristi za proizvodnju sira. Količina suhe tvari i mineralnih tvari također je veća u ovčjem mlijeku u usporedbi s kravljim. Posebno je značajan veći udio kalcija, magnezija i fosfora. Zbog većeg sadržaja kalcija i fosfora (čak 60 % više u usporedbi s kravljim mlijekom) te vrlo dobrog omjera tih dvaju minerala, pola litre ovčjeg mlijeka zadovoljava dnevne potrebe za tim mineralnim tvarima. Ovčje mlijeko u odnosu na kravlje znatno je bogatije svim vitaminima (Božanić i sur., 2018).

Mlijeko magarice danas se zbog svoje sličnosti s majčinim mlijekom, sve više preporučuje djeci alergičnoj na kravlje mlijeko, ali i odraslim osobama s alergijama, kao i u prehrani zdravih starijih osoba. Zdravstveni učinci konzumacije te vrste mlijeka očituju se u izraženom antimikrobnom djelovanju. Mužnja magarica i priprema mlijeka za konzumaciju zahtjevnija je u usporedbi s drugim vrstama mlijeka jer je za magarice karakteristično da

mlijeko otpuštaju samo kada osjete svoje mlado (pule) u blizini. Manjkavost je mlijeka magarice da se mora konzumirati svježe (bez pasterizacije) budući da su bjelančevine izrazito termolabilne. Mlijeko magarice u usporedbi s kravljim mlijekom sadrži manje bjelančevina i znatno je siromašnije mliječnom masti (sadrži je u udjelu od oko 1,2 %). Koncentracija svih mineralnih tvari, ali i vitamina znatno je niža u magarećem mlijeku u usporedbi s kravljim mlijekom.

Mlijeko bivolice ima veći udio suhe tvari u odnosu na kravlje mlijeko, i to prvenstveno zbog većeg sadržaja mliječne masti, bjelančevina i mineralnih tvari. To mlijeko u usporedbi s kravljim mlijekom bogatije je kalcijem, željezom, cinkom i bakrom. Glavni je proizvod mlijeka bivolice sir tipa *mozzarella*. Izvorna *mozzarella* proizvodi se u Italiji od mlijeka domaće talijanske vodene bivolice (*Mozzarella di Bufala Campana*) (Balthazar i sur., 2017; Božanić i sur., 2018).

12.4. Konzumno mlijeko

Konzumno mlijeko naziv je za mlijeko koje je namijenjeno za isporuku krajnjem potrošaču bez daljnje obrade. U kategoriju konzumnog mlijeka ubrajaju se: sirovo mlijeko, punomasno, djelomično obrano i obrano mlijeko.

Sirovo mlijeko je mlijeko koje nije zagrijano na temperaturu veću od 40°C niti je podvrgnuto nekom drugom postupku koji ima isti učinak.

Punomasno mlijeko je toplinski obrađeno mlijeko koje s obzirom na udio mliječne masti može biti:

- Standardizirano punomasno mlijeko, koje sadrži najmanje 3,5 % mliječne masti
- Nestandardizirano punomasno mlijeko, koje sadrži također 3,5 % mliječne masti, ali nakon mužnje ne smije biti ni na koji način promijenjeno.

Djelomično obrano mlijeko je toplinski obrađeno mlijeko koje sadrži najmanje od 1,5–1,8 % mliječne masti.

Obrano mlijeko je mlijeko koje sadrži najviše 0,5 % mliječne masti.

Mlijeko koje ne udovoljava uvjetima za jednu od tih oznaka može doći na tržište s jasno označenom i lako čitljivom oznakom udjela mliječne masti (Uredba (EU) 1308/2013).

Neposredno nakon mužnje mlijeko je toplo, pa ga treba što prije ohladiti (najkasnije dva sata nakon mužnje). Taj se postupak provodi već na farmama. Mlijeko se potom doprema u mljekare u kamion-cisternama koje su opremljene uređajima za hlađenje i miješanje mlijeka. Postupak prerade započinje upravo dopremom mlijeka u mljekare. Nakon provjere kemijskog sastava i mikrobiološke analize sirovog mlijeka mlijeko se razvrstava u spremnike ovisno o namjeni prerade u pojedine mliječne proizvode. Dopremljeno mlijeko podvrgava se primarnoj obradi.

12.4.1. Primarna obrada mlijeka

Primarna obrada mlijeka naziv je za niz zajedničkih postupaka kojima se podvrgava mlijeko neposredno po dolasku u mljekaru. Primarna obrada uključuje: mehaničke postupke i toplinsku obradu.

Prije daljnje prerade mlijeko je potrebno **obraditi mehaničkim postupcima** koji imaju za cilj: uklanjanje nečistoća (filtriranje), prilagođavanje udjela mliječne masti (standardizacija mliječne masti⁵⁴), smanjenje globula mliječne masti (homogenizacija mlijeka⁵⁵),

⁵⁴ Standardizacija mliječne masti: podešavanje (tipizacija) mliječne masti na željeni udio.

⁵⁵ Homogenizacija mlijeka: razbijanje globula mliječne masti s ciljem stabilizacije emulzije i povećanja viskoznosti.

uklanjanje mikroorganizama (baktofugacija⁵⁶ ili mikrofiltracija⁵⁷) te uklanjanje zraka i plinova (deaeracija) (Tratnik i Božanić, 2012).

Po završetku mehaničke obrade mlijeko se podvrgava **postupcima toplinske obrade** s ciljem sprečavanja intenzivnog razvoja nepoželjnih mikroorganizama. Postupak toplinske obrade provodi se unutar 24 sata od prijema mlijeka. Toplinska obrada ima za cilj uništenje patogenih i što više drugih mikroorganizama i spora te uništavanje enzima. Može se provoditi na temperaturi do 100°C (pasterizacija) ili na temperaturi iznad 100°C (sterilizacija). Ovisno o provedenom postupku konzumno mlijeko namijenjeno krajnjem potrošaču može doći na tržište kao pasterizirano ili sterilizirano mlijeko (Tratnik i Božanić, 2012).

12.4.2. Pasterizirano mlijeko

Pasterizirano mlijeko može ili ne mora biti homogenizirano, ali mora biti provedena standardizacija mliječne masti. Prilikom njegove proizvodnje uglavnom se primjenjuje pasterizacija na temperaturi 72°C tijekom 15–20 sekundi (tzv. srednja ili kratkotrajna pasterizacija). Tako obrađeno mlijeko pakira se u hermetički zatvorenu ambalažu nepropusnu za svjetlo i zrak, izrađenu najčešće od kartona ili plastike. Važno je da ambalaža bude nepropusna za svjetlo jer pod djelovanjem svjetla može doći do gubitka vitamina C i riboflavina (vitamin B₂), ali i do pretvorbe metionina u metional, koji uzrokuje neugodan okus mlijeka.

Trajnost pasteriziranog mlijeka na temperaturi hladnjaka (+4°C) obično je 8–14 dana. Trajnost može biti i duža ovisno o primijenjenim metodama mikrobiološke stabilizacije mlijeka (Tratnik i Božanić, 2012).

12.4.3. Sterilizirano mlijeko

Ako je cilj prerade proizvesti konzumno mlijeko duže trajnosti, nužno je provesti sterilizaciju mlijeka uz obaveznu homogenizaciju. Najčešće se primjenjuje temperatura 135–140°C tijekom nekoliko sekundi (tzv. UHT – *Ultra High Temperature* postupak). Zagrijavanje mlijeka za provedbu sterilizacije moguće je postići na dva načina: izravnim zagrijavanjem uvođenjem vodene pare u mlijeko ili neizravnim zagrijavanjem preko pločastih cijevnih izmjenjivača topline.

Sterilizirano mlijeko aseptički se puni u hermetički zatvorenu, prethodno steriliziranu ambalažu. Punjenje se provodi u uređaju koji ujedno i oblikuje ambalažu u koju se potom dozira željena količina proizvoda. Pakiranje se mora provesti u uvjetima sterilne okoline (najčešće uz UV svjetiljke). Ambalaža mora biti nepropusna na zrak, svjetlo i mikroorganizme. Najčešće se koristi višeslojna kartonska ambalaža, zaštićena najprije aluminijskom, a potom polietilenskom folijom koja mlijeko štiti od utjecaja metala. Sterilizirano mlijeko može se puniti i u boce od višeslojne plastične ambalaže hermetički zatvorene metalnom folijom koja je zaštićena plastičnim poklopcem.

Trajnost steriliziranog mlijeka aseptički punjenog u nepropusnu hermetički zatvorenu ambalažu može biti najmanje 3–4 mjeseca pri sobnoj temperaturi. Ako se čuva u hladnjaku, trajnost mu može biti i značajno duža ako se ambalaža ne otvori i ne ošteti (Tratnik i Božanić, 2012).

⁵⁶ Baktofugacija: uklanjanje nepoželjnih bakterija uz pomoć hermetičke centrifuge.

⁵⁷ Mikrofiltracija: uklanjanje nepoželjnih bakterija uz pomoć membrana.

12.5. Fermentirani mliječni proizvodi

Fermentirani mliječni proizvodi proizvode se modifikacijom mlijeka pod djelovanjem mikroorganizama tijekom postupka fermentacije. Sirovina za proizvodnju fermentiranih mlijeka može biti punomasno, djelomično ili potpuno obrano, nehomogenizirano ili homogenizirano, pasterezirano ili sterilizirano mlijeko. Iako u skupini fermentiranih mliječnih proizvoda najveći dio čine fermentirana mlijeka, važno je istaknuti da osim mlijeka može fermentirati i mlaćenica ili stepka (nusproizvod kod proizvodnje maslaca).

Ovisno o vrsti i sastavu mikrobne kulture kojom se provodi fermentacija mlijeka, dobiva se različit okus, izgled, tekstura i druge značajke fermentiranih mliječnih proizvoda.

Fermentacija kod proizvodnje fermentiranih mlijeka ima za cilj pretvorbu laktoze u mliječnu kiselinu, koja je ujedno glavno obilježje sastava te skupine proizvoda. Specifičnost fermentiranih mliječnih proizvoda u tome je što tvari koje nastaju tijekom procesa fermentacije i dodana mikrobna populacija moraju biti prisutni do vremena održivosti proizvoda na policama. Kao mikroorganizmi za provedbu fermentacije najčešće se koriste bakterije mliječne kiseline, ali mogu se koristiti i kvasci te plijesni.

Iako u ovisnosti o primijenjenim mikrobnim kulturama postoje različite vrste fermentacija, prilikom proizvodnje fermentiranih mliječnih proizvoda najčešće se koriste mliječno-kisela i alkoholna fermentacija (Samaržija, 2015).

Mliječno-kisela fermentacija je niz lančano povezanih biokemijskih reakcija u kojima kao produkt razgradnje laktoze nastaje mliječna kiselina. Mliječna kiselina nastaje pod djelovanjem bakterija (najčešće bakterija mliječne kiseline i bifidobakterija), koje imaju sposobnost pretvorbe laktoze i drugih šećera u mliječnu kiselinu. Mliječna fermentacija najčešće je korišten postupak za proizvodnju većine fermentiranih mliječnih proizvoda (jogurt, kiselo mlijeko, acidofilno mlijeko, mlaćenica i dr.). U mliječne proizvode dobivene mliječnom fermentacijom ubrajaju se i tzv. **koncentrirana fermentirana mlijeka** u čijoj se proizvodnji različitim metodama iz fermentiranog mlijeka uklanja sirutka i tako povećava udio suhe tvari. U tu se skupinu ubrajaju grčki tip jogurta i *skyr* tip jogurta.

Alkoholna fermentacija je niz biokemijskih reakcija u kojima kao produkti razgradnje laktoze u najvećoj mjeri nastaju alkohol i CO₂. Alkoholna fermentacija u kombinaciji s mliječno-kiselom fermentacijom karakteristična je za proizvodnju kefir i kumisa. Specifičnost proizvodnje tih proizvoda je korištenje **mješovite mikrobne kulture** u kojoj se uz bakterije mliječne kiseline (*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Acetobacter*) nalaze i kvasci (*Saccharomyces* i *Kluyveromyces*). Kvasci razgrađuju laktozu na glukozu i galaktozu, a iz glukoze potom enzimatskim djelovanjem tih istih kvasaca nastaju alkohol i CO₂.

Osim po vrsti fermentacije, odnosno primijenjenoj mikrobnoj kulturi, fermentirana mlijeka razlikuju se i po konzistenciji, udjelu mliječne masti te dodanim sastojcima (Tratnik i Božanić, 2012; Samaržija, 2015).

12.5.1. Proizvodnja fermentiranih mliječnih proizvoda

Tehnološki postupak proizvodnje različitih fermentiranih mliječnih proizvoda vrlo je sličan, a razlike u gotovom proizvodu posljedica su različitih primijenjenih mikrobnih kultura. Svaka primijenjena mikrobna kultura (od jednog ili od više mikroorganizama) zahtijeva specifične uvjete koji se odnose na temperaturu i vrijeme trajanja fermentacije.

Mikrobne kulture koje se primjenjuju mogu biti: mezofilne (optimalna temperatura za aktivnost je 20–30°C), termofilne (optimalna temperatura za aktivnost je 37–45°C) i terapijske (optimalna temperatura za aktivnost je 37–40°C). U posljednju skupinu ubrajaju se probiotici. Niža optimalna temperatura djelovanja u pravilu zahtijeva duže trajanje fermentacije (Tratnik i Božanić, 2012).

Odabir i obrada sirovine prva je faza proizvodnje fermentiranih mliječnih proizvoda, a obuhvaća: standardizaciju suhe tvari i mliječne masti, obaveznu homogenizaciju te visoku toplinsku obradu (često sterilizaciju).

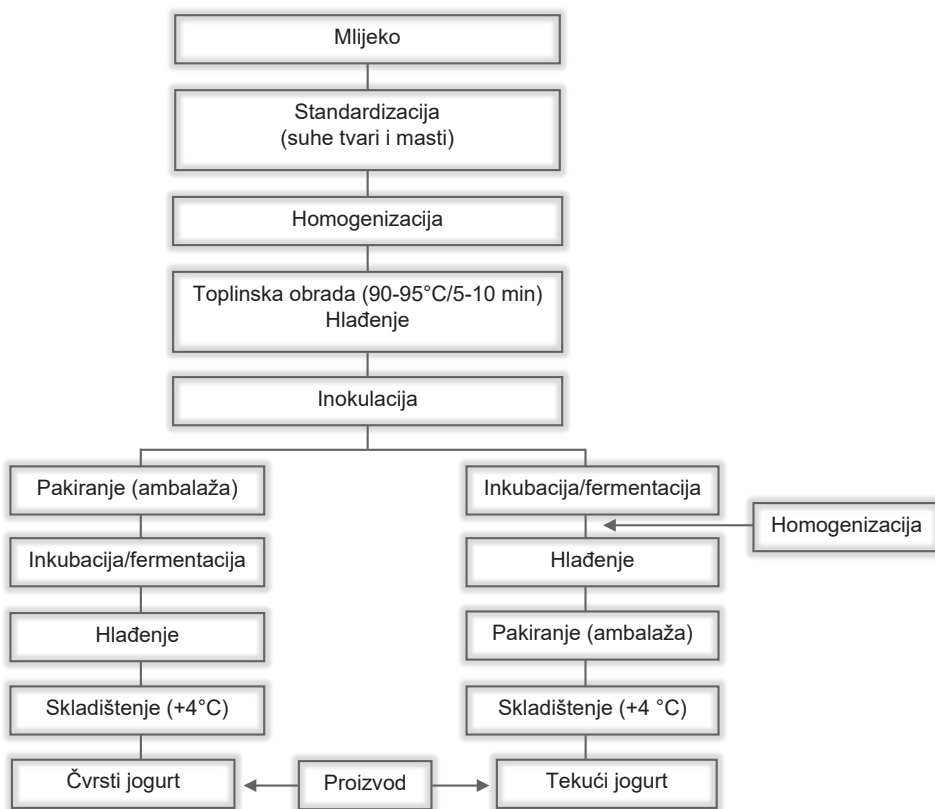
Standardizacija suhe tvari i mliječne masti provodi se do različitih udjela (0,0 %–5,0 %), ovisno o vrsti fermentiranoga mliječnog proizvoda koji se želi proizvesti. Homogenizacijom se poboljšava viskoznost pripremljenog mlijeka te omogućava potpuno otapanje svih dopuštenih dodataka.

Toplinskom obradom na temperaturi 90–95°C tijekom 5–10 minuta postižu se fizikalno-kemijske promjene na bjelančevinama koje imaju pozitivan učinak na formiranje gel-strukture tijekom fermentacije.

Nakon prilagodbe početne sirovine i postizanja željenih značajki provodi se inokulacija (nacjepljivanje) određenom mikrobnom kulturom (ili mješavinom više mikrobnih kultura). Gotovo da nema razlike u koracima tehnološkog procesa proizvodnje različitih fermentiranih mliječnih proizvoda, pa će u nastavku detaljnije biti opisana proizvodnja jogurta kao fermentiranoga mliječnog proizvoda koji se najčešće proizvodi i konzumira.

12.5.2. Jogurt

Klasična jogurtna kultura sastoji se od bakterija mliječne kiseline (*Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*). Način nacjepljivanja i provedbe mliječno-kiselog vrenja razlikuju se ovisno o tome želi li se proizvesti čvrsti ili tekući jogurt (slika 12.1.).



Slika 12.1. Blok-shema proizvodnje čvrstog i tekućeg jogurta (Tratnik i Božanić, 2012)

Prilikom proizvodnje **čvrstog jogurta**, prethodno pripremljeno mlijeko puni se u ambalažu, naciepljuje mikrobnom kulturom i potom se provodi fermentacija u komori za fermentaciju, pri optimalnoj temperaturi i vremenu za pojedini proizvod. Nakon završetka proizvodnje čvrsti jogurt mora imati glatku i sjajnu gornju površinu bez vidljivih tragova izdvojene sirutke. Unutarnja struktura mora površinom i homogenošću izgleda biti ista kao gornja površina.

Prilikom proizvodnje **tekućeg jogurta** fermentacija se provodi u spremniku. Nakon završene fermentacije formirani čvrsti gel razbija se laganim miješanjem i homogenizacijom dok se ne postigne glatka, prilično gusta tekuća struktura. Jogurt se potom u prodajnoj ambalaži hladi 10–12 sati. Tijekom tog vremena završno se formira tekstura te se po završetku fermentacije gotov proizvod puni u ambalažu i otprema na tržište (slika 12.1.).

Voćne varijante jogurta međusobno se razlikuju prema raspodjeli voća u jogurtu. Voće koje se dodaje u obliku voćnog pripravka može biti ravnomjerno raspoređeno u tekućem dijelu ili može biti na dnu ambalaže.

Prilikom pripreme mlijeka za proizvodnju jogurta moguće je osim standardizacije mliječne masti provesti i obogaćivanje bezmasne suhe tvari mlijeka s ciljem povećanja koncentracije bjelančevina i suhe tvari. To je posebno važno za proizvodnju koncentriranih jogurta koji mogu sadržavati i do 10 % mliječne masti (grčki tip jogurta). Temperatura fermentacije obično je oko 42°C tijekom 2,5–3 sata (Samaržija, 2015).

Koncentrirani jogurt grčkog tipa proizvodi se od punomasnog mlijeka dodatno obogaćenog vrhnjem ili uljem maslaca. Takav jogurt ima znatno veći udio suhe tvari i više mliječne masti (7–10 %).

Skyr je tradicionalni jogurt podrijetlom s Islanda, koji je sve popularniji širom svijeta. Proizvodi se na način da se obrano mlijeko toplinski obradi, nakon hlađenja se inokulira s mješovitom kulturom bakterija mliječne kiseline i kvasaca te se dodaje sirilo (kimozin). Nakon miješanja provodi se fermentacija tijekom 5 sati, proizvod se hladi i u nastavku fermentacije omogućava se rast kvasca. Sirutka se mehanički uklanja, izdvajaju se bjelančevine koje se pasteriziraju, koncentriraju, denaturiraju i vraćaju natrag u jogurt. Na takav se način postiže značajno veća gustoća gotovog proizvoda i znatno veći sadržaj bjelančevina (oko 10–11g/100g) u usporedbi s klasičnim jogurtom koji sadrži oko 3,5 g bjelančevina/100g (Samaržija, 2015).

Zamrznuti jogurt proizvodi se na način da se najprije proizvede tekući jogurt, koji se potom miješa s pasteriziranom mješavinom stabilizatora i sladila te zatim zamrzava u uređajima za zamrzavanje sladoleda (Samaržija, 2015).

Određene specifičnosti jogurta mogu biti postignute ako se uz jogurtu kulturu koristi probiotička kultura. **Probiotici** su živi mikroorganizmi koji konzumirani u određenom broju (min. 10⁹ CFU⁵⁸/dnevno) iskazuju zdravstveni učinak iznad granica normalne prehrane. Ti mikroorganizmi pridonose zdravlju crijevne mikroflore. Najčešće pripadaju rodovima *Lactobacillus* i *Bifidobacterium*, ali i neki kvasci imaju potencijal za probiotičko djelovanje (Šušćević i sur., 2009).

Uz probiotike u fermentiranim mliječnim proizvodima koriste se i prebiotici. **Prebiotici** su neprobavljivi sastojci hrane koji služe kao supstrat endogenim bakterijama s ciljem opskrbljivanja energijom, metaboličkim spojevima i esencijalnim mikronutrijentima. Najčešće korišteni prebiotik u proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda je inulin. Inulin se dobiva iz korijena cikorije, a u proizvodnji fermentiranih mliječnih proizvoda može osim kao supstrat za probiotike služiti i kao zamjena za mliječnu mast budući da u doticaju s vodom može svoriti gel-strukturu. Inulin također potiče apsorpciju kalcija i magnezija, poboljšava profil masnoća u krvi te aktivira proces probave.

⁵⁸ CFU (*Colony Forming Unit*): označava broj poraslih kolonija mikroorganizama. Primjerice 10⁹ znači da je sadržana 1 milijarda kolonija mikroorganizama.

12.5.3. Kefir

Kefir je fermentirani mliječni proizvod koji se tradicionalno proizvodio od ovčjeg mlijeka u područjima od istočne Europe do Mongolije. Danas se komercijalno proizvodi od kravljeg mlijeka. Specifičnost kefir je fermentacija laktoze koja se događa zbog istodobnog djelovanja bakterija mliječne kiseline i kvasaca. Fermentaciju u proizvodnji kefir provode tzv. **kefirna zrnca** koja sadržavaju mikroorganizame iz skupine bakterija (*Lactococcus*, *Lactobacillus* i *Leuconostoc*) i kvasaca (*Candida*, *Torulopsis* i *Saccharomyces*). Zbog takve mješovite kulture tijekom procesa proizvodnje događaju se mliječno-kiselo i alkoholno vrenje. Tijekom procesa proizvodnje kao posljedica alkoholnog vrenja nastaje i CO₂, koji osigurava specifičnu pjenušavu konzistenciju kefir.

Prilikom proizvodnje kefir ohlađeno mlijeko nacjepljuje se kefirnim zrcima te se potom inkubira s ciljem povećanja mase kefirnih zrnaca. Kefirna zrnca tada se prosijavaju, a kefirna kultura (zaostali inokulum, bez zrnaca) koristi se kao kultura za proizvodnju kefir. Kefirna zrnca mogu se višekratno upotrijebiti, a prije ponovne upotrebe ispiru se obranim i ohlađenim mlijekom (Tratnik i Božanić, 2012; Samaržija, 2015).

12.5.4. Kiselo mlijeko

Osnovni tehnološki postupci u proizvodnji kiselog mlijeka gotovo su isti kao i u proizvodnji jogurta, uz razliku da se umjesto termofilne koristi mezofilna kultura. U proizvodnji kiselog mlijeka koriste se sojevi bakterija *Lactobacillus lactis* subsp. *lactis*, *Lactobacillus lactis* subsp. *cremoris* ili *Leuconostoc* spp. Ti sojevi bakterija često se nazivaju i aromatične bakterije.

Fermentacija kiselog mlijeka traje 10–18 sati na temperaturi 22–24°C (do 30°C). Gel dobiven fermentacijom potom se miješa da se postigne konzistencija slična vrhnju. Slično kao i jogurt, i kiselo mlijeko može biti čvršće ili rjeđe konzistencije (Samaržija, 2015).

12.5.5. Mlaćenica

Mlaćenica ili stepka je nusproizvod u proizvodnji maslaca. Ubraja se u skupinu fermentiranih mliječnih proizvoda jer je gotov proizvod rezultat djelovanja bakterija mliječne kiseline. Tekući dio koji zaostane nakon izdvajanja maslačne grude homogenizira se, pasterizira i nakon hlađenja inokulira s mezofilnom kulturom mikroorganizama koja će provesti mliječno-kiselo vrenje. Nakon fermentacije proizvod se hladi i puni u ambalažu (Samaržija, 2015).

12.6. Sir

12.6.1. Proizvodnja sira

Sir je svježi proizvod ili proizvod s različitim stupnjem zrelosti koji se proizvodi odvajanjem sirutke nakon koagulacije mlijeka, vrhnja, sirutke ili kombinacije navedenih sirovina (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2009a).

Za proizvodnju sira najčešće se koristi kravlje mlijeko iako se sirevi mogu proizvoditi i od ostalih vrsta mlijeka kao što su ovčje, kozje ili bivoličino. Često se u proizvodnji sira koriste i mješavine mlijeka pri čemu je najčešće osnova kravlje mlijeko. Na oznaci sira mora obavezno biti navedeno od koje je vrste mlijeka proizveden.

Neovisno o tome koje se mlijeko koristi u proizvodnji sira, osnovni je preduvjet proizvodnje sira da mlijeko mora biti higijenski ispravno te da se nakon mužnje što prije preradi u sir, preporučeno unutar 24 sata. Shematski prikaz proizvodnje sira prikazan je na slici 12.2.

Primarna obrada mlijeka za proizvodnju sira uključuje homogenizaciju i standardizaciju mliječne masti. S ciljem biološke stabilizacije mlijeka za sirenje mlijeko se nakon hlađenja termički obrađuje postupkom pasterizacije. Pasterizacijom se uništavaju svi patogeni mikroorganizmi. **Pasterizacija** se može provesti kao niska pasterizacija (najmanje 63°C tijekom 30 minuta) ili kao srednja pasterizacija (najmanje 72°C tijekom 15 sekundi) (Kalit, 2015a). Uklanjanje nepoželjnih bakterija iz mlijeka moguće je osim pasterizacijom provesti i suvremenim postupcima baktofugacije i mikrofiltracije.

U mlijeku za proizvodnju sira najčešće se ne provodi homogenizacija jer se mlijeko u kojem su razbijene kapljice mliječne masti teže gruša, iako se može homogenizirati vrhnje koje se dodaje. Iznimka su kremasti sirevi i sirevi s plijesni za čiju se proizvodnju mlijeko homogenizira.

Dodaci u proizvodnji sira dodaju se u otopljenom obliku u već temperirano mlijeko. Najčešće se koriste kalcijev klorid (za bolju čvrstoću gruša), ekstrakti boja (najčešće ekstrakt β -karotena) i enzimi za ubrzanje zrenja sira (lipaza, proteinaza/ili peptidaza).

Sirenje mlijeka provodi se nakon prethodne obrade i miješanja mlijeka s dodacima. Sirenje se može provesti dodatkom **sirila** (enzimi) ili korištenjem mljekarske kulture. **Mljekarske kulture** su prirodne bakterije mliječne kiseline koje se dodaju u koncentriranom obliku u prethodno pripremljeno mlijeko. Njihova je uloga da razgrade laktozu i proizvedu mliječnu kiselinu, proizvedu tvari arome, pomoću svojih enzima sudjeluju u razgradnji bjelančevina, masti, laktoze i citrata tijekom zrenja sira, svojom aktivnošću koče rast nepoželjnih mikroorganizama, a važne su i za nastajanje kiseloga gruša (kod proizvodnje svježeg sira) (Kalit, 2015a).



Slika 12.2. Blok-shema proizvodnje sira (izrada autorice)

Pomoću sirila proizvode se slatki sirevi, dok se kiseli sirevi proizvode pomoću bakterija mliječne kiseline. Mješoviti sirevi proizvode se kombinacijom sirila i bakterija mliječne kiseline. Mlijeko za sirenje treba biti zrelo. Sirenje mlijeka koje provode bakterije mliječne kiseline traje od 5 minuta do dva sata (ovisno o vrsti primijenjene mliječarske kulture), a manifestira se zakiseljavanjem i padom pH-vrijednosti. Proizvodnja mliječne kiseline do određenog stupnja, tijekom određenog vremena, ključna je stavka u proizvodnji sira dobre kvalitete. Sirenje mlijeka provodi se na temperaturi oko 30°C u tradicionalnim otvorenim sirarskim kadama ili bazenima. Tijekom tog postupka fizikalno-kemijskim promjenama iz tekućeg mlijeka nastaje sirni gruš. **Sirni gruš** predstavlja finu mrežu kazeina u kojoj se nalazi vodena faza mlijeka (sirutka) i masna faza mlijeka (Tratnik i Božanić, 2012).

Rezanje gruša i obrada sirnog zrna provodi se s ciljem izdvajanja sirutke. Izdvajanje sirutke iz gruša naziva se **sinereza**. Izdvajanjem sirutke iz gruša izdvaja se vodena faza, a s njom i laktoza, bjelančevine sirutke i otopljene soli, što dovodi do koncentriranja masti i bjelančevina u grušu. Tako dobiven sir naziva se **svježi sir**. Pri proizvodnji tvrdog sira nužno je dodatno potaknuti izlazak sirutke iz gruša, a što se postiže rezanjem gruša na sitnija zrna veličine graška i dogrijavanjem sirnih zrna i sirutke. Sirutka se uobičajeno izdvaja prešanjem pod pritiskom (za proizvodnju tvrdih sireva) ili cijedenjem pod djelovanjem vlastite težine (za proizvodnju mekih i svježih sireva).

Oblikovanje sira podrazumijeva stavljanje mješavine sirnog zrna i sirutke u kalupe odgovarajuće veličine i oblika, a što se može provesti ručno i strojno. Perforacija kalupa osigurava dodatno cijedenje sirutke, a zrna u kalupu oblikuju sirnu masu. Sirni gruš može se podvrgavati i dodatnom zrenju poslije kojeg se sirna masa melje u rezance koji se sole i oblikuju u sir (za proizvodnju sira *cheddar*) ili se ne sole, već se odvođe u opremu za rastezanje i oblikovanje (za proizvodnju sira *mozzarella*).

Prešanje sira provodi se s ciljem stapanja sirnih zrna u sirnu masu i oblikovanja kompaktnoga koluta sira. Pri tom postupku dodatno se izdvaja suvišna sirutka. Kora se pri tom postupku „pegla“ da bi se stvorila zatvorena površina koja će omogućiti njegu sira tijekom zrenja. Prešanje sira može se provesti pod djelovanjem tlaka (u prešama) ili pod utjecajem vlastite težine (samoprešanje). Taj posljednji postupak provodi se kod sireva s plemenitom plijesni.

Soljenje je postupak kojim se zaustavlja daljnji tijek fermentacije i dodatno se potiče izdvajanje sirutke. Soljenje se može provesti na nekoliko načina: utrljavanjem soli po površini sira, uranjanjem sira u salamuru i soljenjem kod punjenja u kalupe. U proizvodnji tvrdih i polutvrdih sireva najčešće se provodi uranjanje u salamuru (otopina soli u vodi ili u sirutki). Tijekom postupka salamurenja sol postupno i ravnomjerno prodire u sirno tijesto, a iz sira izlazi voda i u njoj otopljene tvari (sirutka) koje putuju prema površini. Posljedično, sirevi su na površini uvijek više suhi. Sol ima važnu i višestruku ulogu u proizvodnji sira: utječe na tijek zrenja, smanjuje količinu vode, utječe na oblikovanje kore, pomaže oblikovanju i plastičnosti tijesta, sudjeluje u stvaranju okusa i mirisa, djeluje selektivno na mikrofloru i utječe na trajnost sira. Po završetku soljenja nezreli sirevi izgledaju „poput gume“ ili „poput krede“ bez izražene boje, mirisa ili okusa (osim slanosti). Za formiranje značajki gotovog sira nužno je provesti postupak zrenja. Prije zrenja sir je potrebno osušiti da ne bi došlo do njegovoga kvarenja (Tratnik i Božanić, 2012; Kalit, 2015a).

Zrenje sira je skup kemijskih i biokemijskih postupaka tijekom kojih sir poprima poželjan izgled i karakterističan okus, aromu i teksturu. Na tijek zrenja i senzorske značajke sira utječu: sadržaj masti, sadržaj vode i sadržaj soli u siru. Da bi se spriječio razvoj plijesni tijekom zrenja, nakon salamurenja ili prešanja na sir se nanosi premaz. Tako premazan sir slaže se na police za zrenje.

Tijekom zrenja pod djelovanjem enzima dolazi do razgradnje složenih spojeva na jednostavnije koji su odgovorni za okus, miris, konzistenciju i strukturu sira.

Tijekom tog postupka dolazi do razgradnje laktoze, bjelančevina i masti, što pridonosi formiranju svojstvene aroma sira. Također se događa i propionsko vrenje, uslijed kojega se uz okus i teksturu formiraju i sirne rupice (svojstvene za sir ementaler).

Zrenje se mora odvijati u odgovarajućim uvjetima (temperatura, relativna vlažnost i cirkulacija zraka), a tijekom tog procesa sireve treba njegovati. **Njega sira** uključuje okretanje, brisanje suhom ili vlažnom krpom, četkanje, ribanje i struganje sira. Polutvrđi i tvrdi sirevi trebaju se tijekom postupka zrenja okretati i brisati suhom krpom (jer otpuštaju vodu), dosoljavati, sušiti ili brisati vlažnom krpom (za osiguravanje vlažnosti). Zrenje nekih sireva može se provoditi i u salamuri (primjerice feta sir). Kod zrenja sireva s plemenitom plijesni treba osigurati ravnomjeran pristup zraka po cijeloj površini, a što je nužno za ravnomjeran rast plijesni. Zrenje traje različito vrijeme dok se ne postignu poželjne senzorske značajke sira (Tratnik i Božanić, 2012; Kalit 2015a).

Pakiranje sira ovisi o vrsti sira i o predviđenom načinu konzumacije. Polutvrđi ili tvrdi sirevi mogu se premazati parafinom, sintetičnim premazima ili umotati u foliju od polivinila ili polistirena. Meki sirevi obično se umataju u pergamentni papir, celofan ili aluminijsku foliju, a potom stavljaju u kartonske ili drvene kutije. Svježi sirevi najčešće se pakiraju u plastičnu ambalažu. Ovisno o predviđenom načinu konzumacije, sirevi se mogu pakirati kao cijeli kolotovi, dijelovi kolota ili narezani.

Svi sirevi moraju se određeno vrijeme prije otpreme skladištiti na odgovarajućim temperaturama (4–8°C) jer se tijekom skladištenja također nastavlja zrenje (Tratnik i Božanić, 2012; Kalit 2015a). Prije otpreme na tržište sirevi se moraju označiti odgovarajućom oznakom. Prilikom stavljanja sira na tržište na njemu mora obavezno uz naziv sira biti označen i minimalni udio mliječne masti u suhoj tvari.

12.6.2. Vrste sireva

Danas postoji široka lepeza različitih sireva ovisno o podrijetlu, sirovini, načinu proizvodnje i drugim značajkama. Smatra se da na svjetskom tržištu postoji oko 2000 vrsta sireva. Međutim, ako se vrsta definira sirovinom i tehnologijom, smatra se da postoji između 400 i 1000 specifičnih vrsta sireva (Božanić, 2015).

S obzirom na udio vode (%) u bezmasnoj tvari sira, sirevi mogu biti (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2009a):

- Ekstra tvrdi sirevi, koji sadrže manje od 51 % vode
- Tvrdi sirevi, koji sadrže 49–56 % vode
- Polutvrđi sirevi, koji sadrže 54–69 % vode
- Meki sirevi, koji sadrže više od 67 % vode
- Svježi sirevi, koji sadrže 69–85 % vode.

Ekstra tvrdi sirevi prolaze dugo zrenje (6 mjeseci i duže). Imaju zatvorenu, grubu strukturu s ponekad vidljivim bijelim točkicama (nakupine kristaliziranoga kalcija). Mogu biti namijenjeni rezanju ili ribanju. Ti se sirevi mogu proizvoditi od kravljeg mlijeka (*parmesan*, *grana*) ili od ovčjeg mlijeka (*pecorino*, paški sir).

Tvrdi sirevi zriju kraće vrijeme (5 tjedana). Kolut sira obično je vrlo velikih dimenzija i velike težine (više od 100 kg). Specifičnost toga sira su velike rupe (sirne oči), koje nastaju kao posljedica propionske fermentacije tijekom koje uz formiranje specifičnog okusa nastaje i velika količina plina koji stvara rupice. Tipičan predstavnik te skupine je sir ementaler (*Emmentaler*).

Drugi predstavnik te skupine je sir *cheddar* (podrijetlom iz Velike Britanije). Specifičnost proizvodnje toga sira je postupak čedarizacije. U tom se postupku mladi sir melje u rezance, soli i puni u kalupe. Sir je zatvorene teksture, bez sirnih očiju i tvrde kore.

Polutvrđi sirevi imaju glatku teksturu i elastično tijesto. Imaju ili male rupice ili mogu biti bez rupica. Aroma im je blaga, a kora tanka. Predstavnici te skupine su sirevi podrijetlom iz Nizozemske (*gauda* i *edamer*).

Sirevi s plemenitim plijesnima sadrže plavozelene ili bijele plijesni. Bijele plijesni nalaze se na površini sira tvoreći kožicu unutar koje se nalazi sir glatke, elastične i plastične teksture. Najpoznatiji predstavnici te skupine su *camembert* i *brie*. Ako se plavo-bijele plijesni nalaze unutar sira, takav sir ima sasušenu kožicu unutar koje se nalazi tijesto prošarano plijesnima. Predstavnici te skupine su sirevi *roquefort* i *gorgonzola*.

Sirevi parenog tijesta proizvode se postupkom u kojem se uz kuhanje tijesta provodi rastezanje i oblikovanje sirne grude. Ti sirevi nemaju sirne oči, a tekstura im je glatka i plastično-elastična. Predstavnik te skupine je *mozzarella*, koja se izvorno proizvodi od mlijeka bivolica.

Sirevi u salamuri rezani su na komade i zaliveni salamutom. Ti sirevi i zriju i čuvaju se u salamuri. Najpoznatiji sir iz te skupine je *feta*, podrijetlom iz Grčke. Sir je glatke teksture, bez sirnih očiju, blage, slane arome.

Svježii sirevi proizvode se mliječno-kiselom fermentacijom uz pomoć bakterija mliječne kiseline. Najčešće se proizvode od obranog mlijeka (posni sir), ali mogu se proizvoditi i od punomasnog mlijeka (kremasti svježii sir). U tu se skupinu ubraja i zrnati sir. Zrnati sir proizvodi se od obranog mlijeka. Tijekom proizvodnje gruše se reže na male kockice i postupno zagrijava kako bi se oblikovale čvrste male kuglice sira.

Sirevi od sirutke proizvode se zagrijavanjem sirutke, pri čemu se koaguliraju bjelančevine dajući osnovu za proizvodnju takvih sireva. Tradicionalno su se proizvodili od ovčjeg mlijeka, ali danas se sve više proizvode od kravljeg mlijeka. U tu se skupinu ubraja *ricotta* (podrijetlom iz Italije). Kod nas su ti sirevi poznati pod nazivom skuta ili albuminski sir (Božanić, 2015; Balthazar i sur., 2017).

S obzirom na udio mliječne masti u suhoj tvari sirevi mogu biti (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2009a):

- Ekstramasni, koji sadrže 60 % ili više mliječne masti
- Punomasni, koji sadrže 45–60 % mliječne masti
- Masni, koji sadrže 25–45 % mliječne masti
- Polumasni, koji sadrže 10–25 % mliječne masti
- Posni koji, sadrže manje od 10 % mliječne masti.

12.6.3. Tradicionalni hrvatski sirevi

Tradicionalni hrvatski sirevi proizvode se u pravilu od sirovog, toplinski neobrađenog mlijeka sa ili bez primjene mljekarskih kultura, uz primjenu prirodnih sirila i uz mnogo ručnog rada. Tradicionalno se proizvode od ovčjeg mlijeka (paški, krčki, istarski sir) ili od kravljeg mlijeka (tounjski sir, škripavac) (Kalit, 2015b). Paški i istarski sir zaštićeni su oznakom izvornosti (ZOI), dok sir škripavac nosi zaštićenu oznaku zemljopisnog podrijetla (ZOZP). U svakom dijelu Republike Hrvatske uobičajeno je da se sirevi proizvode i od mješavine kravljeg i ovčjeg mlijeka.

Paški sir proizvodi se od ovčjeg mlijeka podrijetlom s otoka Paga. Specifičnost pasmine ovaca u kombinaciji s karakterističnim reljefnim i klimatološkim obilježjima otoka siromašnog vegetacijom, dat će mlijeko specifičnog sastava i okusnih značajki. Sirenje se vrši pomoću prirodnog sirila. Sirno zrno potom se suši, taloži, oblikuje u grudu i stavlja u kalupe na prešanje. Paški sir zrije 2–5 mjeseci. Gotov sir teži 2–4 kg. Tekstura mladog sira slabo je elastična i lako reziva, dok se zreli sir kod rezanja lomi. Taj je sir intenzivnog i vrlo aromatičnog okusa.

Krčki sir proizvodi se od mlijeka izvorne pasmine ovaca s otoka Krka. Pripada skupini punomasnih ovčjih sireva. Može se proizvoditi s prirodnim sirilima ili pomoću čistih kultura. Masa sira je oko 1 kg. Na prerezu su vidljive rijetke sirne oči. Lako se reže, elastične je i mekane konzistencije te karakterističnoga blagog okusa.

Istarski sir proizvodi se koagulacijom sirovog ili pasteriziranog ovčjeg mlijeka ovaca uzgojenih na području Istre pomoću prirodnog sirila uz izdvajanje sirutke. Ubraja se u punomasne tvrde sireve. Zrije 60–120 dana. Masa jednog komada je od 1,8 do 3 kg. Blago je pikantan, izražene specifične arome.

Tounjski sir je zlatno žute boje, oblika pogače. U presjeku je „masnog izgleda“, s dvadesetak pravilno raspoređenih sirnih očiju. Proizvodi se od kravljeg mlijeka, a specifičnost proizvodnje je dimljenje korištenjem isključivo drveta obojenih voćaka (lijeska, trešnja, višnja, grab). Sir prosječno teži 700 g.

Škripavac je meki sir koji se proizvodi u brdsko-planinskim područjima (Lika, Gorski kotar i Kordun). U proizvodnji se koristi mlijeko krava na slobodnoj ispaši koje ima velik udio mliječne masti i malo bjelančevina. Specifičnost proizvodnje je dogrijavanje sirnog zrna, što siru daje gumastu i škripavu konzistenciju. Sir je bez kore i ne prolazi proces zrenja. Značajka teksture je da prvih nekoliko dana po proizvodnji sir škripi (odatle i njegov naziv), nakon čega tekstura postaje srednje elastična i lako reziva. Pravilnog je cilindričnog oblika, mase oko 1,2 kg (Kalit, 2015b).

12.7. Maslac

Maslac je mliječni proizvod koji se proizvodi od posebno pripremljenog vrhnja postupkom butrifikacije. Proizvodnja maslaca ima tri faze: proizvodnja vrhnja, obrada vrhnja i proizvodnja maslaca.

Proizvodnja vrhnja započinje obiranjem i odvajanjem mliječne masti s mlijeka za postizanje udjela mliječne masti od oko 40 %. Tako dobiveno vrhnje obrađuje se dalje. Tijekom **obrade vrhnja** provodi se pasterizacija, hlađenje, fermentacija i zrenje vrhnja. Sljedeća faza obrade vrhnja je bućkanje. **Bućkanje** je postupak aglomeracije globula masti uslijed mehaničke obrade vrhnja. Tijekom bućkanja dolazi do promjene vrste emulzije, tj. vrhnje koje je emulzija masti u vodi pretvara se u maslac koji je emulzija vode u masti. Tijekom bućkanja, koje je praćeno intenzivnim pjenjenjem, uslijed turbulentne vrtnje vrhnja smanjuje se volumen kapljica masti, membrane se oštećuju i pucaju, izlazi maslačno ulje te se stvara granični sloj prema vodenoj fazi. Kada kuglice masti dostignu pravu ljepljivost, počinju se skupljati uz izdvajanje mlaćenice (stepke). Postupak aglomeracije masnih globula naziva se **butrifikacija**, a rezultira nastankom maslačne grude. Nakon izdvajanja stepke maslačna gruda gnječi se i oblikuje.

Gotov maslac pakira se u ambalažu nepropusnu na zrak i svjetlo. U uvjetima skladištenja u hladnjaku na temperaturi +4–5°C trajnost mu je do mjesec dana.

Mlaćenica ili **stepka** je nusproizvod kod proizvodnje maslaca. Predstavlja nemasnu fazu vrhnja sastavljenu uglavnom od laktoze i bjelančevina. Aromatičnog je okusa jer je zadržala membranu masnih globula (Tratnik i Božanić, 2012).

12.8. Sladoled

Smrznuti deserti zajednički je naziv za široku paletu proizvoda koji se proizvode postupkom zamrzavanja, najčešće uz dodatak zraka. Smrznuti deserti mogu se stavljati na tržište kao: mliječni sladoled, krem-sladoled, sladoled, smrznuti voćni desert te smrznuti aromatizirani desert (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja 2009b).

Vrsta smrznutog deserta mora biti naznačena na oznaci, a za potrošače je važno da razlikuju pojedine vrste unutar ove skupine u kontekstu sastava, budući da sastav određuje kvalitetu i cijenu proizvoda. Velika raznolikost sastava, kvalitete i cijene unutar ove skupine proizvoda u najvećoj je mjeri uvjetovana prisutnošću i količinom tvari mliječnog podrijetla kao što su mliječne masti i mliječne bjelančevine. Kvalitetniji i ujedno skuplji proizvodi sadržavaju mliječnu mast i mliječne bjelančevine, dok se kod jeftinijih i manje kvalitetnih proizvoda u proizvodnji koriste biljna mast i biljne bjelančevine.

Krem-sladoled sadrži najveći udio mliječne masti unutar ove skupine proizvoda. Udio mliječne masti mora biti najmanje 5 %, pa je posljedično to i najskuplji proizvod. Na drugom je mjestu po nutritivnom sastavu **mliječni sladoled**, koji mora sadržavati najmanje 2,5 % mliječne masti. U proizvodnji krem-sladoleda i mliječnog sladoleda ne smiju se koristiti biljna mast ni biljne bjelančevine. Za razliku od krem-sladoleda i mliječnog sladoleda, sladoled može sadržavati i biljnu mast te biljne bjelančevine. **Sladoled** je proizvod koji sadrži najmanje 2,5 % mliječne i/ili biljne masti te može sadržavati mliječne i/ili biljne bjelančevine (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja 2009b).

Mliječna mast daje krem-sladoledu i mliječnom sladoledu punoću okusa i finoću teksture, popravljajući konzistenciju, utječe na nastajanje manjih kristala leda te povećava otpornost na topljenje. Biljne masti koje se dodaju u sladoled u pravilu su neutralnog okusa, a uloga im je također postizanje konzistencije. Kao sirovine, biljne masti su jeftinije od mliječne masti, pa se to odražava i na cijenu smrznutog deserta.

Smrznuti voćni desert je proizvod koji ne sadrži mliječne bjelančevine ni mliječne masti, već se sastoji od vode, šećera, voća i dodanih sastojaka. Ta vrsta proizvoda mora sadržavati najmanje 5 % voća ili proizvoda od voća. **Smrznuti aromatizirani desert** je proizvod koji također ne smije sadržavati ni mliječnu mast ni mliječne bjelančevine, a sastoji se od vode, šećera, aroma i drugih sastojaka.

Proizvodnja sladoleda

Proizvodnja krem-sladoleda, mliječnog sladoleda i sladoleda odvija se u dvije faze. U prvoj se fazi proizvodi sladoledna smjesa, a u drugoj se fazi ona zamrzava.

Sladoledna smjesa sastavlja se prema proizvođačkoj specifikaciji, a njezina proizvodnja uključuje miješanje svih sastojaka, predgrijavanje, homogenizaciju, pasterizaciju te hlađenje na 5°C i zrenje smjese 2–24 sata. Iako je sastav sladoledne smjese tajna svakog proizvođača, većina komercijalnih smjesa sastoji se od pasteriziranog ili steriliziranog mlijeka ili mliječnih proizvoda (mlijeko u prahu, ugušćeno mlijeko, vrhnje ili maslac) i nemliječnih sastojaka (arome, boje, sredstva za postizanje konzistencije, aditivi za emulgiranje i stabilizaciju i dr.). Nakon zrenja smjese u nju se dodaju nemliječne komponente, a smjesa se potom djelomično zamrzava uz upuhivanje zraka i duboko zamrzava te pakira.

Zamrzavanje se provodi na temperaturi -10 do -20°C. Faza upuhivanja zraka specifična je za proizvodnju te vrste proizvoda jer se time postiže pjenasta tekstura praćena zamrzavanjem vode. Zamrzavanje se provodi u kratkom vremenu da se postigne nastanak vrlo sitnih kristala leda (Tratnik i Božanić, 2012). Od sladoleda se očekuje da sadrži sitne kristale leda koji će osigurati osjećaj hladnoće uz istodobno kremastu teksturu i punoću okusa.

Sladoled se stavlja u promet u zamrznutom stanju, pri najmanje -15°C, i pod tim uvjetima može se čuvati godinu dana i duže. Ako se sladoled ne skladišti na odgovarajućoj temperaturi, tj. ako dođe do oscilacije temperature tijekom skladištenja, može doći do pojave rekristalizacije leda. Posljedica rekristalizacije je nastanak većih kristala leda koji narušavaju poželjnu kremastu teksturu. S ciljem sprečavanja toga nepoželjnog procesa u proizvodnji sladoleda koriste se stabilizatori (Regand i Goff, 2003).

Prilikom proizvodnje sladoleda često se kao aditivi koriste i hidrokoloide. **Hidrokoloide** su tvari ugljikohidratnog (polisaharidi) ili bjelančevinastog (želatina) podrijetla. Njihova je uloga da vežu na sebe vodu, bubre i time pridonose postizanju kremaste konzistencije i stabilne pjene. U proizvodnji sladoledne smjese važnu ulogu imaju i **emulgatori**, koji služe za smanjivanje površinske napetosti i miješanje masne i vodene faze. Nekada se u tu svrhu koristio žumanjak jajeta budući da sadrži lecitin koji je prirodni emulgator. Danas se koriste kemijski emulgatori – mono i digliceridi i polisorbati (Hartel i sur., 2017).

Sladoledi se danas nalaze na tržištu s brojnim okusima, oblicima i u različitim pakiranjima, prilagođeni željama i očekivanjima potrošača. Očekuje se da će se u budućnosti dodatno razvijati ponuda sladoleda s posebnim funkcionalnim svojstvima. U tom se kontekstu još tijekom 80-ih godina 20. stoljeća u SAD-u počeo proizvoditi smrznuti jogurt kao alternativa sladoledu. Otada se na tržištu stalno pojavljuju novi proizvodi, kao što su primjerice sladoledi sa smanjenim sadržajem masti, s manje šećera ili potpuno bez šećera, sladoledi obogaćeni bjelančevinama, proizvedeni uz dodatak probiotika i sl. (Hartel i sur., 2017).

12.9. Zdravstveni učinci konzumacije mlijeka i mliječnih proizvoda

Mlijeko i mliječni proizvodi izvor su visokokvalitetnih bjelančevina, masti te mikronutrijata, zahvaljujući kojima se toj skupini hrane pripisuje pozitivno djelovanje na zdravlje. Iako svaka od navedenih komponenata ima svoju specifičnost, znanstveni dokazi idu u prilog činjenici da se pozitivni učinci ostvaruju upravo uslijed međudjelovanja različitih komponenata koje ulaze u sastav mlijeka i mliječnih proizvoda.

Mlijeko i mliječne proizvode preporučuje se konzumirati u svim životnim razdobljima, a posebice u dječjoj i adolescentskoj dobi. U tim je razdobljima sadržaj kalcija, bjelančevina, fosfora i drugih mikronutrijenata izrazito važan za mišićni, koštani i neurološki razvoj (Visioli i Strata, 2014).

Bjelančevine mlijeka osim što sadržavaju esencijalne aminokiseline neophodne za rast i razvoj, karakterizirane su i vrlo dobrom probavljivošću te biološkom vrijednošću većom od bjelančevina mesa ili ribe. Konzumacijom jedne litre polumasnog mlijeka mogu se zadovoljiti dnevne potrebe odrasle osobe za bjelančevinama životinjskog podrijetla. Posebnim sekvencama aminokiselina unutar bjelančevina koje se nazivaju **bioaktivni peptidi** pripisuje se dodatno antimikrobno i imunomodulacijsko djelovanje, kao i djelovanje na sniženje kolesterola, vezanje minerala te protuupalni i antikancerogeni učinak (Bachmann i sur., 2003; Nagpal i sur., 2011). Smatra se da otprilike 2–7 % dojenčadi i otprilike 0,1–0,5 % odraslih osoba ima alergiju na bjelančevine kravljeg mlijeka. Kod djece alergijska reakcija obično nestaje do treće godine života. Osobama alergičnima na kravlje mlijeko savjetuje se njegova zamjena kozjim mlijekom.

Masti u mlijeku i mliječnim proizvodima karakterizirane su predominantnim sadržajem zasićenih masnih kiselina (oko 70 % ukupnih masti), dok su na drugom mjestu po zastupljenosti jednostruko nezasićene masne kiseline (oleinska), a sadržaj višestruko nezasićenih masnih kiselina vrlo je malen. Primjerice jedna porcija tvrdog masnog sira (50 g) osigurava dvije trećine preporučenoga dnevnog unosa masti. Specifičnost je mlijeka i mliječnih prerađevina to što sadrže zasićene kratkolančane i srednjelančane masne kiseline (C₄-C₁₀), koje imaju vrlo dobru probavljivost (Pfeuffer i Watzl, 2018).

Kratkolančane masne kiseline smatraju se poželjnim u prehrani jer ne potiču upalne procese (Lawrence, 2013). Pozitivni zdravstveni učinci konzumacije mlijeka pripisuju se i konjugiranoj linolnoj kiselini (CLA – *conjugated linoleic acid*), za koju je dokazano antikancerogeno djelovanje.

Hranjivoj vrijednosti mlijeka značajno pridonosi i sadržaj kalcija koji se nalazi u povoljnom omjeru s fosforom, pri čemu je vrijedno istaknuti da su tvrdi sirevi posebno značajni izvori kalcija. Primjerice 100 grama tvrdog sira može zadovoljiti cjelokupne dnevne potrebe organizma za kalcijem i oko polovice dnevnih potreba za fosforom. U usporedbi s tvrdim sirom, sadržaj kalcija u svježem siru znatno je manji. Velikoj koncentraciji kalcija u tvrdom siru pripisuju se pozitivni učinci na formiranje i održavanje gustoće kostiju i zuba, ali također i pozitivni učinci na sniženje krvnog tlaka i smanjenje tjelesne mase (Walther i sur., 2008).

Laktoza u mlijeku u pravilu je lako probavljiva, ali osobe s nedostatkom enzima laktaza (β – galaktozidaza) teško je podnose. Tako uzrokovana nemogućnost probavljanja laktoze naziva se netolerancija na laktozu. Kod osoba s **netolerancijom na laktozu**, laktoza se ne probavlja u tankom crijevu, pa je fermentiraju bakterije u debelom crijevu, uzrokujući nadimanje, diareju ili gastrointestinalne poremećaje. Osobe s netolerancijom na laktozu mogu konzumirati fermentirane mliječne proizvode jer se tijekom procesa fermentacije značajan dio laktoze pretvara u mliječnu kiselinu. Laktoza je zadržana samo u svježem siru, dok fermentirani zreli sirevi ne sadrže laktozu, što ih čini pogodnim za konzumaciju osobama koje imaju netoleranciju na laktozu. Za osobe s netolerancijom na laktozu na tržištu se nalazi i mlijeko u kojem je laktoza uklonjena procesom hidrolize (Tratnik i Božanić, 2012).

Fermentirani mliječni proizvodi imaju veću hranjivu vrijednost u usporedbi s mlijekom. Budući da se laktoza i drugi sastojci djelomično razgrađuju pod utjecajem enzima mikrobnih kultura i metabolita nastalih tijekom procesa fermentacije, fermentirani mliječni proizvodi imaju veću probavljivost u odnosu na svježije mlijeko. Iako mlijeko nije značajan izvor vitamina, tijekom postupka fermentacije sadržaj nekih vitamina može se i povećati (primjerice folne kiseline i nekih drugih vitamina B-kompleksa). Mliječna kiselina sprečava rast nepoželjnih bakterija ili njihovih toksičnih metabolita u crijevima, a potiče rast korisne mikroflore. Također, potiče peristaltiku crijeva, sekreciju sluzi i korisnih enzima te povećava resorpciju kalcija i fosfora. S obzirom na to da održavaju ravnotežu normalne crijevne mikroflore, fermentirani mliječni proizvodi imaju terapijska svojstva u slučajevima bolesti probavnog sustava, dijareje i alergijskih reakcija (Tratnik, 2013).

Epidemiološke studije potvrđuju da je konzumacija mlijeka i mliječnih proizvoda povezana s manjim rizikom obolijevanja od brojnih kroničnih nezaraznih bolesti. Osobe koje konzumiraju više mlijeka i mliječnih proizvoda u usporedbi s onima koji ih konzumiraju manje, imaju manju učestalost kardiovaskularnih bolesti, infarkta, povišenog krvnog tlaka, dijabetesa tipa 2 i karcinoma debelog crijeva. Konzumacija mlijeka i mliječnih proizvoda povezuje se s većom mineralnom gustoćom kostiju (Pfeuffer i Watzl, 2018). Vrlo slični učinci pripisuju se i redovitoj konzumaciji sira (Walther i sur., 2008). Iako se konzumacija mlijeka i mliječnih proizvoda nekada povezivala s pretilošću, danas za to ne postoje znanstveni dokazi.

Za ostvarenje pozitivnih učinaka na zdravlje preporučuje se dnevno konzumirati 2–3 serviranja mlijeka i mliječnih proizvoda. Jedno serviranje je jedna šalica mlijeka ili jogurta ili 30–60 g sira. Prednost u svakodnevnoj konzumaciji treba dati proizvodima sa smanjenim sadržajem mliječne masti, čime će se ostvariti pozitivni učinci na zdravlje bez opasnosti od prevelikoga energetskog unosa.

12.10. Literatura

- Bachmann, H. P., Bütikofer, U., Sieber, R. (2003): Über das Vorkommen von bioaktiven Peptiden in Käse. *Mitteilungen aus dem Gebiete der Lebensmittel-Untersuchung und Hygiene* 94, 136-154.
- Balthazar, C. F., Pimentel, T. C., Ferrão, L. L., Almada, C. N., Santillo, A., Albenzio, M., Mollakhalili, N., Mortazavian, A. M., Nascimento, J. S., Silva, M. C., Freitas, M. Q., Sant'Ana, A. S., Granato, D., Cruz, A. G. (2017): Sheep milk: Physicochemical characteristics and relevance for functional food development. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 16, 247-262.
- Božanić, R. (2015): Vrste sireva i značaj u prehrani ljudi. U: Sirarstvo u teoriji i praksi (ur. Matijević, B.). Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 47-57.
- Božanić, R., Lisak Jakopović, K., Barukčić, I. (2018): Vrste mlijeka. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- EUROSTAT – the statistical office of the European Union (2020): Milk and milk products statistics. Dostupno na: https://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php?title=Milk_and_milk_product_statistics. Pristupljeno: 8. 10. 2022.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database (2019): Food Balances (2010-). Dostupno na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. Pristupljeno: 8. 10. 2022.
- FAO – Food and Agriculture Organization (2021): Dairy Market Review: Emerging trends and outlook. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.
- Hartel, R. W., Rankin, S. A., Bradley Jr., R. L. (2017): A 100-Year Review: Milestones in the development of frozen desserts. *Journal of Dairy Science* 100, 10014-10025.
- Kalit, S. (2015a): Opće sirarstvo. U: Sirarstvo u teoriji i praksi (ur. Matijević, B.). Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 29-45.
- Kalit, S. (2015b): Tradicionalni sirevi Hrvatske i Slovenije. U: Sirarstvo u teoriji i praksi (ur. Matijević, B.). Veleučilište u Karlovcu, Karlovac, 59-70.
- Lawrence, G. D. (2013): Dietary fats and health: dietary recommendations in the context of scientific evidence. *Advances in Nutrition* 4, 294-302.
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2009a): Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva, Narodne novine 20 (izmjena: 141/2013).
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2009b): Pravilnik o smrznutim desertima, Narodne novine 20 (izmjena: 141/2013).
- Nagpal, R., Behare, P., Rana, R., Kumar, A., Kumar, M., Arora, S., Morotta, F., Jain, S., Yadav, H. (2011): Bioactive peptides derived from milk proteins and their health beneficial potentials: an update. *Food & Function* 2, 18-27.
- Pfeuffer, M., Watzl, B. (2018): Nutrition and health aspects of milk and dairy products and their ingredients. *Ernahrungs Umschau* 65, 22-33.
- Regand, A., Goff, H. D. (2003): Structure and ice recrystallization in frozen stabilized ice cream model systems. *Food Hydrocolloids* 17, 95-102.
- Samaržija, D. (2015): Fermentirana mlijeka. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- Šušković, J., Kos, B., Frece, J., Beganović, J., Leboš Pavunc, A. (2009): Probiotički koncept – probiotici kao dodaci hrani i probiotici kao bioterapeutici. *Hrvatski časopis za prehrambenu tehnologiju, biotehnologiju i nutricionizam* 4, 77-84.

- Tratnik, Lj. (2013): Spoznaje o mlijeku i mliječnim proizvodima. U: 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani (ur. Šatalić, Z.). Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, Zagreb, 62-63.
- Tratnik, Lj., Božanić, R. (2012): Mlijeko i mliječni proizvodi. Hrvatska mljekarska udruga, Zagreb.
- Uredba (EU) 1308/2013 Europskog parlamenta i vijeća o uspostavljanju zajedničke organizacije tržišta poljoprivrednih proizvoda i stavljanju izvan snage uredbi Vijeća (EZ) br. 922/72, (EEZ), br. 234/79, (EZ) br. 1037/2001 i (EZ) br. 1234/2007. Službeni list Europske unije, L 347/671 (izmjena: 2017/1182).
- Visioli, F., Strata, A. (2014): Milk, dairy products, and their functional effects in humans: a narrative review of recent evidence. *Advances in Nutrition* 5, 131-143.
- Walther, B., Schmid, A., Sieber, R., Wehrmüller, K. (2008): Cheese in nutrition and health. *Dairy Science & Technology* 88, 389-405.

13. JAJA



13. JAJA

13.1. Proizvodnja i konzumacija jaja

Još su u dalekoj prošlosti čovjekovi preci jeli jaja različitih ptica, a potom su pripitomljavajući životinje počeli i sami uzgajati kokoši, koje su im davale jaja.

Kokošja jaja dobivaju se od kokoši nesilica (*Gallus gallus*), a namijenjena su prehrani ljudi ili preradi u prehrambenoj industriji. Iako se u prehrani mogu koristiti i jaja drugih životinjskih vrsta (guske, patke, prepelice, purice) u ovom poglavlju pod pojmom jaja obradit će se samo kokošja jaja budući da je udio jaja drugih vrsta u ljudskoj prehrani ili preradi zanemariv.

Svjetska proizvodnja i konzumacija jaja intenzivno raste u posljednjih dvadesetak godina i usporedno s kontinuiranim porastom proizvodnje mesa peradi zauzima značajno mjesto u opskrbi svjetskog stanovništva kvalitetnim bjelančevinama.

Proizvodnja jaja u svijetu je 2019. godine iznosila 88,6 milijardi tona (1,7 bilijuna komada). Najviše jaja proizvodi se u Aziji (63,8 %), a slijede Sjeverna, Srednja i Južna Amerika (19,7 %) te Europa (12,2 %) (tablica 13.1.). Najveći pojedinačni svjetski proizvođač jaja je Kina. Prema podacima FAOSTAT-a, u Hrvatskoj se 2019. godine proizvelo oko 600 milijuna komada jaja (tablica 13.1.) (FAOSTAT, 2019).

Tablica 13.1. Proizvodnja (1000 t) i konzumacija jaja (kg/stanovnik/godišnje i komad/stanovnik /godišnje) u pojedinim dijelovima svijeta, Europi i Hrvatskoj (FAOSTAT, 2019)

| | Proizvodnja (1000 t) | Konzumacija | |
|--|-------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | | (kg/stanovnik/godišnje) | (komad/stanovnik/godišnje) |
| Svijet | 88 595 | 10,0 | 200 |
| Afrika | 3 427 | 2,2 | 44 |
| Sjeverna, Srednja i Južna Amerika | 17 464 | 14,3 | 286 |
| Azija | 56 567 | 10,8 | 216 |
| Australija i Novi Zeland | 320 | 8,8 | 176 |
| Europa | 10 794 | 13,0 | 260 |
| Hrvatska | 30 | 7,2 | 144 |

Najveći proizvođači jaja u Europi su Francuska i Njemačka (svaka od tih dviju država osigurava oko 14 % ukupne europske proizvodnje), a slijede Španjolska i Italija, svaka s udjelom od po 12 % ukupne europske proizvodnje jaja (EUROSTAT, 2021).

Na svjetskoj razini prosječno se konzumira 200 jaja po stanovniku godišnje. Najveću godišnju konzumaciju jaja imaju Sjeverna, Srednja i Južna Amerika (286 komada po stanovniku), dok je po količini konzumacije Europa na drugom mjestu (260 komad/stanovnik/godišnje). U Hrvatskoj se prosječno godišnje konzumira 144 komada jaja po stanovniku (tablica 13.1.) (FAOSTAT, 2019).

13.2. Građa jajeta

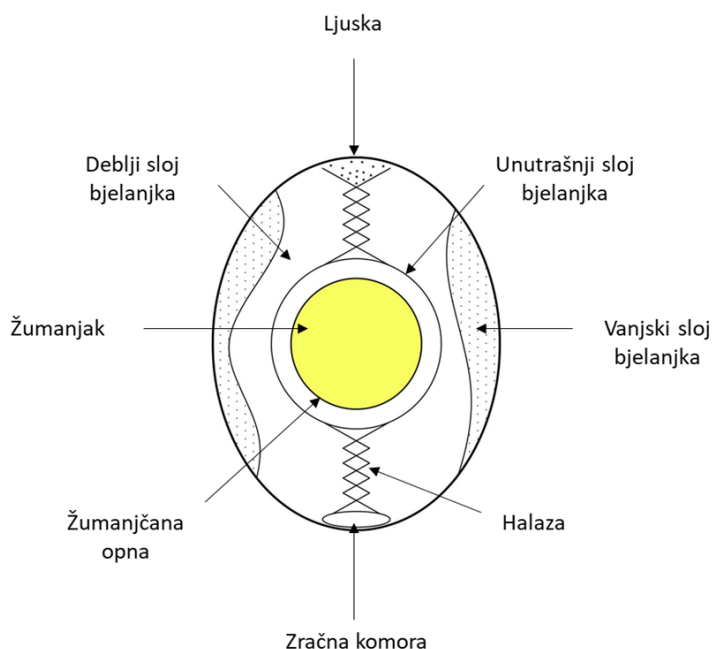
Jaje je građeno od porozne ljuske unutar koje su smješteni žumanjak i bjelanjak. Jaja različitih vrsta u pravilu su iste građe, a međusobno se razlikuju po veličini. Udio pojedinih dijelova jajeta također može biti promjenjiv ovisno o veličini jajeta.

Prosječni udio pojedinih dijelova jajeta iznosi (Nys i Guyot, 2011):

- Žumanjak: 29 %
- Bjelanjak: 61,5 %
- Opne: 0,4 %
- Ljuska: 9,1 %.

U jajetu prosječne težine od 60 g masa žumanjka je 17,3 g. Na bjelanjak otpada oko 37 g, dok ljuska teži oko 5,5 g.

Vanjski dio jajeta čini porozna **ljuska**, građena uglavnom od kalcijevog karbonata debljine 0,35 mm. Boja ljuske kokošjih jaja varira ovisno o sadržaju pigmenta ovoporfirina. Uz to što štiti jaje od vanjskih utjecaja ljuska omogućava i izmjenu plinova te prijenos topline. Na vanjskoj površini svježih jaja nalazi se kutikula-pokožica koja sprečava prodiranje mikroorganizama u jaje. Na unutrašnjoj površini ljuske nalaze se dvije opne – unutrašnja i vanjska (Medić, 2013). Pojedini dijelovi jajeta prikazani su na slici 13.1.



Slika 13.1. Shematski prikaz presjeka jajeta (prerađeno prema: Nys i Guyot, 2011)

Zračna komora nalazi se na tupom kraju jajeta, a predstavlja prostor između unutrašnje i vanjske opne. Starenjem se zračna komora povećava zbog isparavanja vode, pa njezina veličina može biti jedan od indikatora svježine jajeta. U sredini jajeta nalazi se žumanjak. Dvije spiralne filamentozne niti – halaze koje se nalaze na dva kraja jajeta osiguravaju poziciju žumanjka u sredini jajeta.

Žumanjak obavija žumanjčana opna (vitelinska membrana). Žumanjčana opna sprečava miješanje žumanjka i bjelanjka te štiti žumanjak od prodiranja bakterija.

Žumanjak se sastoji od tamnijeg i svjetlijeg dijela. Svjetliji dio nalazi se unutar tamnijeg dijela, a na tamnijem dijelu nalazi se ženska spolna stanica (zametna pločica).

Bjelanjak se sastoji od tri sloja različite debljine. Oko žumanjka nalazi se unutrašnji tanki sloj bjelanjka, (oko 17 %), oko kojega se nalazi deblji sloj bjelanjka (oko 57 %), a oko njega vanjski tanki tekući sloj bjelanjka (oko 23 %). Gusti viskozni dio bjelanjka izravno je u doticaju s ljuskom na dva kraja jajeta, a odvojen je od ljuske tankim tekućim vanjskim slojem bjelanjka (Nys i Guyot, 2011) (slika 13.1.).

13.3. Hranjiva vrijednost jajeta

Zahvaljujući svojem kemijskom sastavu jaje se smatra hranom velike hranjive vrijednosti. Budući da se za konzumaciju, pripremu ili preradu može koristiti cijelo jaje ili posebno njegovi dijelovi, potrebno je razlikovati specifičnosti kemijskog sastava pojedinih njegovih dijelova (tablica 13.2.).

Tablica 13.2. Prosječan kemijski sastav žumanjka, bjelanjka te cijelog jajeta (prerađeno prema: Senčić i Samac, 2017)

| Hranjiva tvar (%) | Žumanjak | Bjelanjak | Cijelo jaje |
|-------------------|-----------|-------------|-------------|
| Voda | 47,0–50,0 | 86,0–88,0 | 72,0–75,0 |
| Bjelančevine | 15,0–17,0 | 10,5–12,3 | 12,5–13,3 |
| Masti | 28,0–36,0 | u tragovima | 10,7–11,6 |
| Ugljikohidrati | 0,7–1,4 | 0,1–0,5 | 0,7 |
| Mineralne tvari | 0,7–1,6 | 0,3–0,6 | 1,0 |

13.3.1. Žumanjak jajeta

Žumanjak čini otprilike 50 % suhe tvari jajeta, a sadrži oko 28–36 % masti. Sva mast prisutna u jajetu nalazi se upravo u žumanjku. Žumanjak sadrži i oko 15–17 % bjelančevina (tablica 13.2.).

Masti u jajetu u najvećoj su mjeri triacilgliceroli (65 %), a ostatak čine fosfolipidi (31 %) i kolesterol (4 %). U triacilglicerolima jajeta prevladavaju jednostruko nezasićene masne kiseline (42–46 %), a po udjelu slijede zasićene (30–35 %) i višestruko nezasićene masne kiseline (19–28 %). Među jednostruko nezasićenim masnim kiselinama prevladava oleinska (C18:1), a među zasićenima palmitinska (C16:0) i stearinska (C18:0). Od višestruko nezasićenih masnih kiselina prevladavaju masne kiseline iz skupine *n*-6: linolna (C18:2 *n*-6) i arahidonska (C20:4 *n*-6), dok manje ima kiselina iz skupine *n*-3: linolenske (C18:3, *n*-3), EPA–eikozapentaenske (C20:5 *n*-3) i DHA–dokozaheksaenske (C22:6 *n*-3).

Na sastav masnih kiselina u triacilglicerolima jajeta može se značajno utjecati hranidbom kokoši. Iako se i kokoši hrane žitaricama, jaja za razliku od crvenog mesa imaju znatno veći udio nezasićenih, a manji udio zasićenih masnih kiselina (Senčić i Samac, 2017). Za razliku od triacilglicerola, čiji se sastav može modificirati, količina **kolesterola** u jajetu stabilna je i iznosi oko 200 mg/komad te se na njegovu količinu ne može utjecati hranidbom kokoši. Iako se kolesterol podrijetlom iz jajeta prije isticao kao glavni uzrok hiperkolesterolemije, danas se zna da to nije točno, nego da ostale masnoće iz humane prehrane u značajnoj mjeri utječu na koncentraciju kolesterola u krvi te da jaja nisu glavni uzročnik povišenja koncentracije kolesterola u krvi. **Fosfolipidi** jajeta između ostalog sadrže lecitin – tvar bogatu fosforom koja je važna za funkcioniranje živčanog sustava.

Žumanjak sadrži 0,7–1,4 % **ugljikohidrata**, među kojima je oko 0,3 % slobodne glukoze. Ostali ugljikohidrati vezani su za bjelančevine (glikoproteini) ili masti (glikolipidi – cerebrozidi) (tablica 13.2.).

Jaje je dobar izvor **vitamina**. Jedno jaje osigurava više od 15 % preporučena dnevnog unosa vitamina A, D, K, B₁₂, folne kiseline i biotina (tablica 13.3.). Konzumacija dva jajeta osigurat će i značajnu količinu vitamina E, B₂, niacina i pantotenske kiseline. Žumanjak je u usporedbi s bjelanjkom bogatiji vitaminima topljivima u mastima te svim vitaminima B-kompleksa osim niacina i riboflavina.

Jaje sadrži velik broj **minerala** iako su uglavnom prisutni u malim količinama. Dva minerala za koja se s obzirom na zastupljenost u odnosu na preporuke može reći da su prisutni u značajnim količinama su fosfor i selen. Oba ta minerala sadržana su u žumanjku, a oko 60 % fosfora nalazi se u obliku fosfolipida (tablica 13.3.). Na sadržaj minerala u jajetu, slično kao i na sadržaj masnih kiselina, može se utjecati modifikacijom hranidbe kokoši nesilica.

Boja žumanjka potječe od **karotenoida**. Iz skupine karotenoida u jajetu su zastupljeni karoteni (beta-karoten) i ksantofili (lutein i zeaksantin). Količina karotenoida u jajetu izravno je povezana s hranidbom kokoši nesilica, a u humanoj prehrani oni djeluju kao antioksidansi. Lutein i zeaksantin važni su također za zdravlje očiju. Nijansa boje žumanjka varira u ovisnosti o hranidbi nesilica, ali varijacije u boji nemaju nikakav utjecaj na prehrambenu vrijednost (Seus-Baum i Nau, 2011; Medić, 2013; Senčić i Samac, 2017; de Souza i sur., 2019).

Tablica 13.3. Kemijski sastav jaja izražen na jedno jaje (53 g) i na 100 g jajeta (prerađeno prema: Seus-Baum i Nau, 2011)

| Hranjiva tvar | Jedno jaje (53 g) | 100 g jajeta |
|------------------------------------|-------------------|--------------|
| Bjelančevine (g) | 6,8 | 12,9 |
| Ugljikohidrati (g) | 0,4 | 0,7 |
| Masti (g) | 5,9 | 11,1 |
| n-3 masne kiseline (ALA i DHA) (g) | 0,2 | 0,4 |
| n-6 masne kiseline (g) | 0,6 | 1,1 |
| Zasićene masne kiseline (g) | 1,8 | 3,3 |
| Kolesterol (mg) | 210 | 396 |
| Vitamini | | |
| A (mg) | 0,15 | 0,28 |
| D (µg) | 1,54 | 2,9 |
| E (mg) | 1,1 | 2,0 |
| K (µg) | 25 | 48 |
| Tiamin (mg) | 0,05 | 0,1 |
| Riboflavin (mg) | 0,16 | 0,30 |
| Piridoksin (mg) | 0,06 | 0,12 |
| Cijanokobalamin (µg) | 1,06 | 2,0 |
| Folna kiselina (µg) | 34 | 65 |
| Niacin (mg) | 1,6 | 3,1 |
| Biotin (µg) | 13,25 | 25 |
| Pantotenska kiselina (mg) | 0,85 | 1,6 |
| Minerali | | |
| Fosfor (mg) | 115 | 216 |
| Selen (µg) | 13 | 24,5 |
| Energija (kcal/kJ) | 82/342 | 154/646 |

13.3.2. Bjelanjak jajeta

Bjelanjak jajeta sastoji se najvećim dijelom od vode (86–88 %), bjelančevina te vitamina i minerala. Bjelančevine su u cijelom jajetu zastupljene u rasponu 12,5–13,3 %, a sastoje se od albumina, globulina, ovoalbumina, mucina i mukoida. Kao što i samo ime kaže, oko 90 % suhe tvari bjelanjka čine bjelančevine (tablica 13.2.).

Bjelančevine jajeta smatraju se potpunima jer sadrže značajne količine i optimalan odnos esencijalnih aminokiselina. Bjelančevine jajeta karakterizira i dobra probavljivost te bogatstvo lizina i aminokiselina koje sadrže sumpor. Iskorištavanje bjelančevina jajeta manje je ako se jaje konzumira u obroku koji sadrži i bjelančevine, ugljikohidrate i masti nego ako se konzumira samostalno.

U bjelanjku jajeta nalazi se i glikoprotein avidin. **Avidin** je antinutritivni faktor koji se može vezati na biotin, čime blokira njegovo iskorištavanje, što dugoročno može dovesti do njegovog deficita. Do takvog deficita može doći uslijed konzumacije velike količine svježih jaja, a osobito svježeg bjelanjka.

Bjelanjak jajeta u usporedbi sa žumanjkom siromašniji je vitaminima i mineralima, uz iznimku da sadrži više natrija, niacina i riboflavina. Bjelanjak se često koristi samostalno, bez žumanjka, čime dolaze do izražaja njegova nutritivna vrijednost i funkcionalna svojstva, osiguravaju se kvalitetne bjelančevine, a ujedno izbjegavaju kolesterol i masti (Seus-Baum i Nau, 2011; Medić, 2013; Senčić i Samac, 2017; de Souza i sur., 2019).

13.4. Klasifikacija jaja na tržištu

Kriteriji prema kojima se jaja razvrstavaju na tržištu su: veličina zračne komore, čistoća površine i neoštećenost ljuske, težina jajeta i kvaliteta sadržaja.

S obzirom na kakvoću, jaja na tržište dolaze kao (Uredba (EU) 1308/2013; Ministarstvo poljoprivrede, 2021):

- Jaja A klase ili svježija jaja
- Jaja B klase ili jaja namijenjena industrijskoj preradi.

Jaja A klase prije stavljanja u promet ne smiju se prati niti na bilo koji drugi način čistiti, ne smiju biti konzervirana niti hlađena na temperaturi ispod +5°C.

Jaja B klase su jaja koja ne ispunjavaju zahtjeve kvalitete za A klasu, pa se kao takva ne stavljaju izravno u prodaju, već se koriste u industrijskoj preradi.

Jaja A klase moraju imati sljedeće značajke (Uredba Komisije (EZ) 589/2008; Ministarstvo poljoprivrede, 2021):

- Čista i neoštećena ljuska normalnog oblika
- Zračna komora unutar jajeta ne smije biti viša od 6 mm
- Žumanjak je pri okretanju jaja neznatno pokretan
- Bjelanjak mora biti bistar i proziran
- Ne smiju sadržavati strane tvari ili mirise
- Zametak mora biti neprimjetnog razvoja.

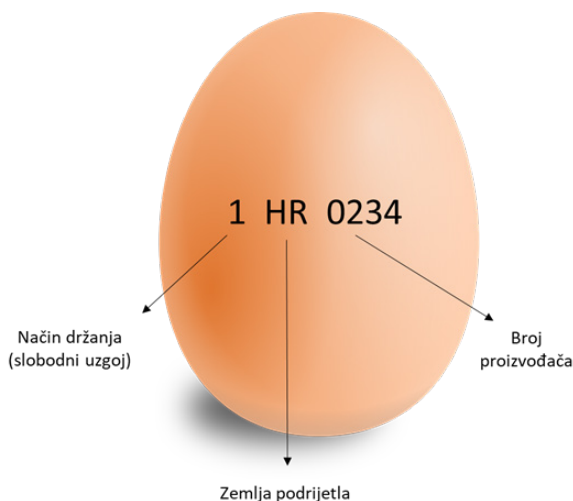
S obzirom na težinu, jaja A klase stavljaju se u promet u sljedećim klasama (Uredba Komisije (EZ) 589/2008; Ministarstvo poljoprivrede, 2021):

- **XL** (vrlo velika), imaju masu veću od 72 g
- **L** (velika), imaju masu 63–72 g
- **M** (srednja), imaju masu 53–62 g
- **S** (mala), imaju masu manju od 53 g.

Sva jaja A klase na tržištu moraju dodatno biti označena i kodom koji daje informaciju o načinu uzgoja i držanja kokoši, zemlji podrijetla i proizvođaču (slika 13.2.). Oznaka se stavlja na površinu jajeta te mora biti otisnuta bojom koja je sigurna i neizbrisiva.

Oznake su sljedeće (Ministarstvo poljoprivrede, 2021):

- **Način držanja:**
 0. Ekološki uzgoj
 1. Slobodni uzgoj
 2. Štalski (podni) uzgoj
 3. Kavezni (baterijski) uzgoj
- **Zemlja podrijetla – HR je kratica za Hrvatsku**
- **Identifikacijski broj proizvođača**



Slika 13.2. Označavanje jajeta (izrada autorice)

Kavezni uzgoj je konvencionalni način uzgoja u kojem se nesilice drže u kavezima gdje im je reguliran dnevni pristup zraka, vode i hrane. Od 2012. godine na razini Europske unije na snazi je obaveza držanja nesilica u obogaćenim kavezima, čime se pridonosi njihovoj dobrobiti (Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, 2010).

Slobodni i štalski (podni) uzgoj načini su uzgoja nesilica na prirodniji način i u povoljnijim uvjetima za njihovu dobrobit. Pri slobodnom uzgoju nesilice se kreću slobodno po vanjskom prostoru s travom, dok se pri štalskom (podnom) uzgoju nesilice nalaze u zatvorenom prostoru, ali se također kreću slobodno. Takvi načini proizvodnje jaja imaju manju produktivnost i veće troškove.

Ekološki uzgoj podrazumijeva uzgoj kokoši nesilica u skladu s načelima ekološke proizvodnje. Takav način proizvodnje zahtijeva veće proizvodne površine, a troškovi proizvodnje su veći uz manje prinose. Jaja iz ekološkog uzgoja u usporedbi s jajima proizvedenim štalskim (podnim) uzgojem imaju veću masu, deblju ljusku i intenzivniju boju žumanjka (Senčić i sur., 2017).

Na pakiranju jaja mora biti označen i datum najkraćeg roka trajnosti. Datum najkraćeg roka trajnosti određuje se najviše 28 dana nakon nesenja.

13.5. Ocjena svježine jajeta

Svježina jajeta koja je glavni pokazatelj kvalitete, opada nakon nesenja, a ovisna je o temperaturi i vremenu skladištenja. Gubitak kvalitete povezan je s kemijskim, nutritivnim, funkcionalnim i higijenskim promjenama.

Promjene koje se događaju u jajetu tijekom skladištenja uključuju: smanjenje volumena bjelanjka, povećanje pH-vrijednosti, slabljenje i rastezanje žumanjčane opne i povećanje tekućeg dijela žumanjka, promjene u konformaciji te gubitak vitamina B₁. Svježina jajeta može se procijeniti denzitometrijom i prosvjetljivanjem (Trpčić i sur., 2010).

Denzitometrija je metoda kojom se prati ponašanje jajeta nakon potapanja u 12 %-tnu otopinu soli. Što je jaje svježije, to će se zadržavati bliže dnu posude, a što je starije, to će zbog veće zračne komore lebjeti bliže površini otopine.

Prosvjetljivanje je metoda u kojoj se korištenjem posebnog uređaja – ovoskopa – određuje visina zračne komore, homogenost bjelanjka te intenzitet i pokretljivost žumanjka. Budući da starenjem u jaje ulazi zrak, zračna se komora povećava te dolazi do smanjenja sadržaja jajeta.

Starenjem jajeta događaju se brojne promjene. Unutrašnjost jajeta se isušuje, a posljedično se zračna komora povećava. Nakon razbijanja jaja na glatkoj površini žumanjak postaje plosnati zbog stanjivanja žumanjčane opne, viskozni bjelanjak postaje rjeđi te se žumanjak ne nalazi više u sredini bjelanjka. Halaze također postaju manje uočljive. Promjene su praćene i pomakom pH-vrijednosti od neutralne prema lužnatoj (od pH 7,6 do 9,6), što potiče kvarenje (Vaclavik i sur., 2021).

13.6. Upotreba jaja u pripremi i preradi hrane

Jaja imaju široku upotrebu, ne samo za konzumaciju kao samostalna hrana već se često koriste kao dodatak u pripremi ili preradi hrane. Dodatkom jaja u pripremi hrane moguće je postići poboljšanje teksture, okusa, strukture, vlažnosti te povećanje nutritivne vrijednosti. U preradi hrane jaja mogu imati široku primjenu zahvaljujući svojim funkcionalnim svojstvima: topljivosti, pjenjenju i emulgiranju. Ta svojstva omogućavaju primjenu jaja u proizvodnji pekarskih, slastičarskih, mliječnih i mesnih proizvoda (de Souza i sur., 2019; Vaclavik i sur., 2021).

Topljivost jaja vezana je uz bjelančevinaste komponente te je preduvjet emulgirajućih svojstava, povećanja viskoznosti, svojstva želiranja i svojstva pjenjenja, budući da sva navedena svojstva ovise o topljivosti bjelančevina. Bjelančevine moraju biti topljive da bi bile primjenjive u hrani.

Pjenjenje je svojstvo stvaranja i stabilizacije mjehurića zraka u tekućini. Svojstvo pjenjenja ima bjelanjak budući da sadrži bjelančevine kao površinski aktivne komponente koje sudjeluju u stvaranju pjene. Zahvaljujući ugradnji zraka, bjelanjak može povećati svoj volumen šest do osam puta.

Emulgiranje je svojstvo koje se pripisuje žumanjku. Žumanjak je sam po sebi emulzija u kojoj su kapljice ulja raspršene u vodenoj fazi pa upravo zato i djeluje kao emulgirajuće sredstvo. Budući da se u različitim sustavima hrane mogu naći uljna i vodena faza koje se ne mogu same po sebi homogenizirati tj. stalno se odvajaju u dvije faze, žumanjak jajeta djeluje kao emulgator.

Zahvaljujući svojoj viskoznosti i sposobnosti koagulacije bjelančevina, jaja prilikom pripreme hrane djeluju i kao vezivna komponenta za različite sastojke hrane, a mogu također djelovati i kao sredstvo za zgušnjavanje (de Souza i sur., 2019; Vaclavik i sur., 2021).

Proizvodi od jaja

Tijekom pripreme i prerade hrane često se koriste proizvodi od jaja. Pojam „proizvodi od jaja“ podrazumijeva da je jajima uklonjena ljuska. U tu se skupinu ubrajaju pasteurizirana tekuća jaja, smrznuta jaja te jaja u prahu. S ciljem osiguravanja zdravstvene ispravnosti ti su proizvodi obrađeni postupkom pasteurizacije.

Pasteurizacija se može provesti u tekućim, sušenim ili smrznutim jajima. Proizvodi se na temperaturi 60–62°C s ciljem sprečavanja denaturacije bjelančevina, budući da je važno da proizvodi zadrže izgled kao da su svježi. Obradom pri toj temperaturi zadržavaju se i funkcionalna svojstva jajeta. Pasteurizirati je moguće tekuće cijelo jaje ili zasebno bjelanjak ili žumanjak.

Pasteurizirani tekući proizvodi od jaja zadržavaju senzorska svojstva jednaka svježim jajima u ljusci, ali je tim postupkom dodatno smanjenja mogućnost mikrobiološkog zagađenja jaja. Pasteurizirani tekući proizvodi od jaja na tržište dolaze pakirani u tetrapak-ambalažu, *bag-in box* vrećice ili posebne spremnike veće zapremine. Potrebno ih je skladištiti na temperaturi 0 do +4°C.

Pasteurizirani tekući proizvodi od jaja mogu se i zamrzavati. Zamrznute proizvode potrebno je skladištiti na -18°C. Kod odmrzavanja zamrznutih tekućih cijelih jaja može doći do pojave gumaste teksture uslijed agregacije lipoproteina male gustoće u žumanjku. Za sprečavanje te pojave prilikom proizvodnje dodaju se šećer, kukuruzni sirup ili sol.

Jaja u prahu proizvode se sprej-sušenjem, koje podrazumijeva atomizaciju tekućih jaja u pari vrućeg zraka pri temperaturi 121–123°C. Zbog primjene visoke temperature taj postupak može izazvati neželjene promjene na jajima, pa je u industrijskoj pripremi nužno provesti obradu bjelanjaka prije sušenja. Iz bjelanjka se uklanja glukoza pomoću fermentacije mikroorganizmima ili enzimima (da se spriječi posmeđivanje). Na žumanjku se ipak događaju ireverzibilne promjene strukture lipoproteina koje uzrokuju promjenu funkcionalnih i senzorskih svojstava (Vaclavik i sur., 2021).

13.7. Zdravstveni učinci konzumacije jaja

Zbog bogatoga nutritivnog sastava koji je poduprt činjenicom da se iz jajeta upravo zahvaljujući kompleksnosti može razviti novi život, jaja su često predmet interesa potrošača čiji se stavovi mijenjaju u skladu s trendovima. Porastom brige za zdravlje dugo su se naglašavali rizici vezani uz konzumaciju jaja koji su se odnosili ponajprije na visok sadržaj kolesterola, ali i na sigurnost tj. rizik od kontaminacije jaja mikroorganizmima. Danas se zna da jaja ne predstavljaju rizik za pojavu povišenoga kolesterola u krvi (hiperkolesterolemija) kao i da postoje načini na koje se mogu minimalizirati rizici vezani uz zdravstvenu ispravnost jaja. Znanstvene studije potvrdile su da dnevna konzumacija jednog do dva jajeta ne povećava rizik od hiperkolesterolemije niti od kardiovaskularnih bolesti. Objašnjenje leži u svojstvu bjelanjka jajeta da djeluje na snižavanje koncentracije kolesterola (Seus-Baum i Nau, 2011).

Zbog svoje velike hranjive vrijednosti jaja danas imaju važno mjesto i u konceptu funkcionalne hrane. Budući da se hranidbom kokoši može utjecati na hranjivu vrijednost jaja, jaja se danas modificiraju u skladu s očekivanjima suvremenih potrošača i time postaju još poželjnija nutritivno vrijedna hrana, bilo samostalno bilo kao sirovina za proizvodnju niza prehrambenih proizvoda. Modifikacija sastava jaja usmjerena je na promjenu sastava masnih kiselina, i to na povećanje udjela višestruko nezasićenih $n-3$ masnih kiselina, čime se popravila omjer između $n-6$ i $n-3$ masnih kiselina. Taj se učinak postiže dodatkom lanenih sjemenki i odgovarajućih ulja u hranu za kokoši nesilice. Osim obogaćivanja s $n-3$ višestruko nezasićenim masnim kiselinama jaja se mogu obogaćivati i selenom, luteinom i vitaminom E (Medić, 2013).

Jaja se mogu smatrati hranom velike nutritivne gustoće budući da jedno jaje srednje veličine osigurava samo 4 % dnevnih energetske potrebe, a istodobno sadrži značajnu količinu svih poželjnih hranjivih tvari. Većinu poželjnih hranjivih tvari u jajetu karakterizira velika bioraspoloživost, tj. ljudski organizam ih može u značajnoj količini apsorbirati i iskoristiti.

Konzumaciji jaja pripisuju se sljedeći pozitivni zdravstveni učinci: sniženje krvnog tlaka, protuupalno djelovanje, antioksidativno djelovanje kao i poboljšanje bioraspoloživosti pojedinih minerala (primjerice kalcij se može vezati na fosfitin, čime mu se poboljšava topljivost tijekom procesa probave) (Réhault-Godbert i sur., 2007).

Rizici i zabrinutost potrošača povezani s konzumacijom jaja odnose se na potencijalnu kontaminaciju bakterijama iz roda *Salmonella* (salmoneloza) i *Campylobacter* (kampilobakterioza). Pojava salmoneloze češća je nego pojava kampilobakterioze, a može se javiti ne samo u jajima već i u bilo kojoj hrani životinjskog podrijetla (pogotovo u mesu peradi i njihovim prerađevinama). Simptomi bolesti očituju se kao akutni gastroenteritis praćen učestalim proljevom, povraćanjem i povišenom temperaturom. Tegobe traju obično 4–7 dana.

Do pojave bakterija iz roda *Salmonella* u jajetu može doći na nekoliko načina (Trpčić i sur., 2010):

- Kontaminacijom ljuske nakon nesenja do koje dolazi najčešće zbog neadekvatnih higijenskih uvjeta rukovanja s jajima ili uslijed kontaminacije fecesom zagađenim salmonelom
- Kontaminacijom jajeta kroz ljusku, što se može dogoditi iako jaje ima fizičke barijere koje sprečavaju prodor mikroorganizama (sloj koji prekriva ljusku i pore, membrane koje odvajaju bjelanjak). Istraživanja su potvrdila da je u slučaju kontaminacije velikom količinom bakterija moguće da one dospiju i u unutrašnjost jajeta.

Istraživanja provedena simulacijama u laboratorijskim uvjetima pokazala su da prodoru bakterija kroz ljusku u unutrašnjost jajeta mogu pogodovati: temperaturna razlika jajeta i okoline, vlaga, prisutan broj bakterija i uvjeti skladištenja (Trpčić i sur., 2010). U uvjetima u kojima je jaje toplije od njegove okoline hlađenje uzrokuje kontrakcije sadržaja i kao posljedica negativnog tlaka dolazi do uvlačenja bakterija u sadržaj jajeta. Prisutnost vlage na površini jajeta u kombinaciji s prethodno opisanim utjecajem temperature može djelovati na veću mogućnost kontaminacije jajeta. Broj bakterija koji je prisutan u okruženju može povećati vjerojatnost kontaminacije sadržaja jajeta. Razina prolaska bakterija u sadržaj jajeta povećava se povećanjem temperature i relativne vlažnosti tijekom skladištenja. U tom kontekstu najbolje je jaja skladištiti na temperaturi +2°C.

13.8. Literatura

- de Souza, P. M., de Melo, R., de Aguilar Santos, M. A., Lima, F. R., Vieira, K. H. (2019): Risk Management of Egg and Egg Products: Advanced Method Applied. U: Food Engineering (ur. Coldea T. E.). IntechOpen, London, 82691.
- EUROSTAT – the statistical office of the European Union (2021): Eggs – market situation. Dostupno na: <https://agriculture.ec.europa.eu/farming/animal-products>. Pristupljeno 8. 10. 2022.
- FAOSTAT – Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistical Database (2019): Food Balances (2010-). Dostupno na: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>. Pristupljeno: 4. 10. 2022.
- Ministarstvo poljoprivrede (2021): Pravilnik o tržišnim standardima za jaja, Narodne novine 90.
- Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja (2010): Pravilnik o minimalnim uvjetima za zaštitu kokoši nesilica, Narodne novine 77 (ispravak: 99/2020; izmjena i dopuna: 51/2011).
- Medić, H. (2013): Jaja. U: 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani (ur. Šatalić, Z.). Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, Zagreb, 204-205.
- Nys, Y., Guyot, N. (2011): Egg formation and chemistry. U: Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products – Volume 1: Egg Chemistry, Production and Consumption (ur. Nys, Y., Bain, M., Van Immerseel, F.). Woodhead Publishing, Cambridge, 83-132.
- Réhault-Godbert, S., Anton, M., Nau, F., Gautron, J., Nys, Y. (2007): Les activités biologiques de l'oeuf. *INRA Productions Animales* 20, 337-348.
- Senčić, Đ., Samac, D. (2017): Nutritivna vrijednost jaja u prehrani ljudi. *Meso* 19, 68-72.
- Senčić, Đ., Samac, D., Antunović, Z., Galović, D. (2017): Proizvodnost kokoši i kvaliteta jaja iz ekološkog i konvencionalnog (podnog) sustava držanja. *Meso* 5, 434-437.
- Seuss-Baum, I., Nau, F. (2011): The nutritional quality of eggs. U: Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products – Volume 2: Egg Safety and Nutritional Quality (ur. Van Immerseel, F., Nys, Y., Bain, M.). Woodhead Publishing, Cambridge, 201-236.
- Trpčić, I., Njari, B., Zdolec, N., Cvrtila Fleck, Ž., Fumić, T., Kozačinski, L. (2010): Mikrobiološka kakvoća i ocjena svježine konzumnih jaja. *Meso* 12, 286-293.
- Uredba (EU) 1308/2013 Europskog parlamenta i vijeća o uspostavljanju zajedničke organizacije tržišta poljoprivrednih proizvoda i stavljanju izvan snage uredbi Vijeća (EZ) br. 922/72, (EEZ), br. 234/79, (EZ) br. 1037/2001 i (EZ) br. 1234/2007. Službeni list Europske unije, L 347/671. (izmjena: 2017/1182).
- Uredba Komisije (EZ) 589/2008 o utvrđivanju detaljnih pravila za provedbu Uredbe Vijeća (EZ) br. 1234/2007 u pogledu tržišnih standarda za jaja. Službeni list Europske unije, L 163/6.
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., Campbell, T. (2021): Essentials of Food Science, 5. izd. Springer Nature, Cham, 177-201.

14. URAVNOTEŽENA PREHRANA



14. URAVNOTEŽENA PREHRANA

14.1. Definicija i načela uravnotežene prehrane

U današnje vrijeme neuravnotežena prehrana i manjak tjelesne aktivnosti, uz pušenje i konzumaciju alkohola predstavljaju značajne rizike za zdravlje. Kronične nezarazne bolesti koje se povezuju s prehranbenim i životnim navikama su: kardiovaskularne bolesti, dijabetes, kronične respiratorne bolesti i karcinom (WHO, 2013; WHO, 2016).

Uravnotežena prehrana

Uravnotežena je ona prehrana koja osigurava unos količine i omjera makronutrijenata koji će zadovoljiti energetske i fiziološke potrebe bez prekomjernog unosa, dok će također opskrbiti organizam dovoljnom količinom mikronutrijenata i tekućine za zadovoljenje fizioloških potreba. **Makronutrijenti** (bjelančevine, ugljikohidrati i masti) osiguravaju energiju potrebnu za metaboličke procese svakodnevnog funkcioniranja. **Mikronutrijenti** (vitamini i minerali) potrebni su u znatno manjim količinama, ali su nužni za normalan rast, razvoj, metabolizam i fiziološke funkcije (Cena i Calder, 2020).

Iako je odabir hrane u okviru raznolike, uravnotežene prehrane individualan ovisno o značajkama svakog pojedinca (dob, spol, životni stil, razina tjelesne aktivnosti), kulturnom kontekstu, dostupnoj hrani i prehranbenim navikama, moraju biti ispunjena temeljna načela da bi se prehrana mogla smatrati uravnoteženom. Tri su osnovna načela uravnotežene prehrane: raznolikost, umjerenost i ravnoteža (Marcus, 2013; Šatalić, 2018).

Raznolikost podrazumijeva osiguravanje adekvatne količine energije, bjelančevina, ugljikohidrata, masti, vitamina, minerala, prehranbenih vlakana, esencijalnih masnih kiselina, esencijalnih aminokiselina, bioaktivnih komponenata i vode, u skladu s potrebama zdravog pojedinca. Budući da nije moguće osigurati adekvatnu količinu tih nutrijenata iz jedne hrane, nužno je kombinirati različite skupine hrane, a što je preduvjet postizanja raznolikosti prehrane. Činjenica da brojne komponente hrane djeluju u sinergiji, ide u prilog njihovom kombiniranju unutar istog obroka (primjerice mahunarke i žitarice, voće i mahunarke, meso i povrće i sl.). Brojni su primjeri pozitivnih interakcija komponenata hrane. Primjerice ne-hemsko željezo iz hrane biljnog podrijetla bolje će se iskoristiti u prisutnosti vitamina C, iskorištavanju likopena iz rajčice pogoduje prisutnost masti, kombinacijom selena iz ribe i bioaktivnih komponenata iz brokule ispoljit će se zaštitno djelovanje protiv karcinoma, dodatak jajeta u salatu povećava iskorištavanje fitonutrijenata iz salate i sl. Budući da prehrana s istim bojama, okusima i teksturama postaje monotona i neprivlačna, da bi se pravilna prehrana održala kroz duže vrijeme, ona nužno mora uključivati i različite okuse (slano, slatko, kiselo, gorko i umami) te uvijek biti vizualno privlačna.

Umjerenost podrazumijeva umjeren unos masti, dodanog šećera, soli, alkohola i energije. Važna je komponenta umjerenosti također kontrola unosa energije, tj. održavanje ravnoteže unosa i potrošnje energije. Kontrola energije neophodna je budući da u suvremenom zapadnjačkom načinu života energetski unos kontinuirano raste, dok se energetska potrošnja kontinuirano smanjuje. Prehrana koja uključuje kontrolu energije treba rezultirati ravnotežom unosa i potrošnje energije ako se želi održati tjelesna masa. Ako se tjelesna masa želi smanjiti ili povećati, nužno je postići razliku između energetske unosa i energetske potrošnje.

Ravnoteža podrazumijeva konzumaciju hrane iz svih skupina, i to u preporučenim količinama, ali dozvoljava da u prehranu bude uključena i hrana koja se ne preporučuje, uz uvjet da je u konačnici unos hrane tijekom određenoga razdoblja (dana, tjedna ili mjeseca) uravnotežen. To načelo podrazumijeva da iako bi se trebalo pridržavati preporuka (primjerice dnevno konzumirati 400 g voća i povrća, 30 g mahunarki i orašastog voća, 200 g mesa) dozvoljeno je konzumirati i hranu koja se ne smatra poželjnom, ali u ograničenim količinama.

To se načelo najbolje može kvantificirati **konceptom 85 %:15 %**. U tom konceptu 85 % dnevnog unosa energije mora se osigurati konzumacijom preporučene hrane birajući pritom hranu velike nutritivne gustoće, dok je 15 % dnevnog unosa energije dozvoljeno osigurati iz ostale hrane. Ta količina „dopuštene energije“ (15 %) nakon što se konzumiraju preporučene skupine i količine hrane zove se **diskrecijske kalorije**, a može uključiti i hranu bogatu dodanim šećerima i zasićenim mastima. Dozvoljeno je da unutar diskrecijskih kalorija polovica potječe od dodanih šećera, a polovica od zasićenih masti. Konkretno, u slučaju preporučenoga dnevnog energetskeg unosa od 2000 kcal, dozvoljena je konzumacija hrane bogate dodanim šećerom i zasićenim mastima u količini ekvivalentnoj 300 kcal (USDA, 2020). To načelo ne dijeli hranu na „dobru“ i „lošu“, već omogućava realnu konzumaciju hrane iz svih skupina, ali vodeći računa o tome da ukupna prehrana ostane uravnotežena. Također omogućava da osoba nikad nije previše gladna, previše sita ni previše željna određene hrane (Marcus, 2013; Šatalić, 2018).

Preporuke uravnotežene prehrane Svjetske zdravstvene organizacije

U okviru uravnotežene prehrane Svjetska zdravstvena organizacija daje sljedeće preporuke (WHO, 2003; WHO, 2020):

- Nužno je **održavanje ravnoteže** između energetskeg unosa i energetske potrošnje
- **Unos masti** ne bi trebao biti veći od 30 % dnevnoga energetskeg unosa. **Unos zasićenih masnih kiselina** (koje se nalaze u masnom mesu, palminoj i kokosovoj masti, mliječnim prerađevinama i sl.) trebalo bi ograničiti na manje od 10 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa, a **unos trans masnih kiselina** (koje se nalaze u pekarskim i slastičarskim proizvodima, gotovoj i polugotovoj hrani, keksima i gotovim biskvitima i sl.) na manje od 1 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa. U prehrani bi trebalo, kad god je to moguće, zamijeniti zasićene i *trans* masne kiseline nezasićenim masnim kiselinama (čiji su izvori riba, orašasti plodovi, biljna ulja i sl.). **Unos kolesterola** ne bi trebao premašiti 300 mg/dan
- **Unos ugljikohidrata** trebao bi biti u rasponu 55–75 % dnevnoga energetskeg unosa, pri čemu **unos dodanih šećera** ne bi trebao premašivati 10 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa, što je ekvivalent 50 g šećera (12 čajnih žličica). Za postizanje još boljih zdravstvenih učinaka savjetuje se količinu dodanih šećera smanjiti na 5 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa. Dodani šećeri su monosaharidi i disaharidi (glukoza, fruktoza i saharoza) koji se dodaju tijekom prerade ili pripreme hrane, ali i oni koji su prisutni u medu i voćnim sokovima. Istraživanja potvrđuju da ti šećeri povećavaju rizik od nastanka kardiovaskularnih bolesti jer djeluju na masnoće u krvi i povisuju krvni tlak (Te Morenga i sur., 2014). U tu se skupinu ne ubrajaju šećeri prisutni u cjelovitom voću i povrću jer se njihova konzumacija ne povezuje s rizicima za zdravlje
- **Unos bjelanjčevina** trebao bi se kretati u rasponu 10–15 % ukupnoga dnevnog energetskeg unosa
- **Unos soli** ne bi trebao premašiti količinu od 5g/dan (1 čajna žličica). Sol koja se konzumira trebala bi biti jodirana. Cilj je na razini svjetske populacije do 2025. godine smanjiti unos soli za 30 %
- **Unos voća i povrća** trebao bi biti najmanje 400 g dnevno (bez krumpira, batata, banana i ostalog škrobom bogatog voća i povrća)
- **Unos prehrambenih vlakana** trebao bi iznositi najmanje 25 g dnevno.

Akcijским planom za europsku regiju prioritetne intervencije Svjetske zdravstvene organizacije u razdoblju 2016.–2025. usmjerene su upravo na (WHO, 2016):

- Promidžbu konzumacije hrane koja ima pozitivne zdravstvene učinke, i to kroz fiskalne i marketinške politike koje se odnose na duhan, alkohol i hranu
- Poboljšanje formulacija hrane u smislu korigiranja udjela soli, šećera i masti
- Smanjenje unosa soli na razini populacije
- Promidžbu aktivnog života i kretanja
- Promidžbu čistog zraka.

14.2. Energetske i prehrambene potrebe

Energija se definira kao sposobnost izvršavanja rada. Osnovni izvor energije u prirodi je sunce, a procesom fotosinteze zelene biljke pretvaraju sunčevu energiju u energiju pohranjenu u kemijskim vezama unutar organskih molekula.

Razgradnjom tih organskih molekula (bjelančevina, ugljikohidrata, masti i alkohola) oslobađa se energija pohranjena u kemijskim vezama, a koju organizam može iskoristiti za obavljanje rada ili dobivanja topline. Upravo je redovita opskrba energijom preduvjet čovjekovog preživljavanja. Iako se sva energija u konačnici pretvori u toplinu koja se rasprši u atmosferi, prije toga odviju se procesi na staničnoj razini koji omogućavaju odvijanje funkcija važnih za održavanje života. Ti procesi uključuju kemijske reakcije za održavanje tjelesnih tkiva, električnu provodljivost živaca, mehanički rad mišića i proizvodnju topline za održavanje tjelesne temperature (Ireton-Jones, 2020).

Razgradnjom jednoga grama bjelančevina ili ugljikohidrata oslobađa se energija od 4 kcal, a razgradnjom jednoga grama masti oslobađa se energija od 9 kcal. Razgradnjom jednoga grama alkohola oslobađa se energija od 7 kcal. Količina oslobođene energije može se izraziti i u kilodžulima (kJ), pri čemu je 1 kcal \approx 4,184 kJ.

Energetske potrebe pojedinca jednake su unosu energije koji bi trebao biti u ravnoteži s energetskom potrošnjom, a da su pritom sastav tijela, tjelesna masa i razina tjelesne aktivnosti u skladu s dugoročnim zdravljem. Za djecu, trudnice i dojilje energetske potrebe moraju osigurati stvaranje novog tkiva ili dojenje (WHO, 1985).

Pokazatelj uravnoteženosti energetskog unosa i energetske potrošnje je tjelesna masa. Porast ili smanjenje tjelesne mase rezultat je upravo poremećaja te ravnoteže. Energetski unos veći od energetske potrošnje rezultirat će porastom tjelesne mase, dok će u slučaju da je energetska potrošnja veća od energetskog unosa, posljedica biti smanjenje tjelesne mase.

Jedan od načina izražavanja adekvatnosti tjelesne mase je Indeks tjelesne mase (ITM) (BMI: *Body Mass Index*). Indeks tjelesne mase izražava se kao omjer tjelesne mase: T_m (kg) i kvadrata tjelesne visine: T_v (m).

$$ITM = T_m \text{ (kg)} / T_v^2 \text{ (m}^2\text{)}$$

Ovisno o vrijednostima Indeksa tjelesne mase, stupanj uhranjenosti pojedinca može se opisati kao pothranjenost, normalna uhranjenost, prekomjerna tjelesna masa ili pretilost (tablica 14.1.).

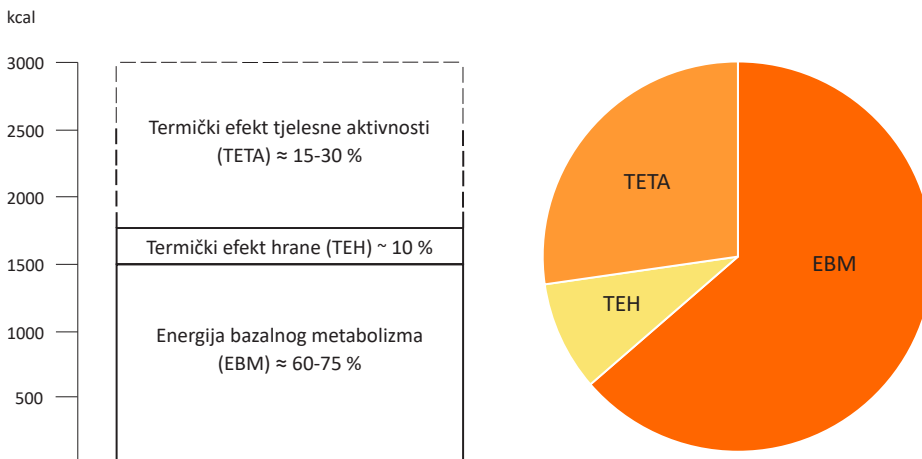
Tablica 14.1. Klasifikacija stupnja uhranjenosti prema indeksu tjelesne mase (WHO, 2010):

| Indeks tjelesne mase | Stupanj uhranjenosti |
|----------------------|---------------------------|
| < 18,5 | Pothranjenost |
| 18,5 – 24,9 | Normalna uhranjenost |
| 25,0 – 29,9 | Prekomjerna tjelesna masa |
| 30,0 – 34,9 | Pretilost 1. stupnja |
| 35,0 -39,9 | Pretilost 2. stupnja |
| > 40 | Pretilost 3. stupnja |

Iako je tjelesna masa pokazatelj adekvatnosti energetskog unosa, nije pokazatelj adekvatnosti unosa mikronutrijenata i makronutrijenata. Suvišak određene hranjive tvari organizam može pohraniti u obliku rezervi koje se mobiliziraju u trenutku kada su potrebe veće od unosa. Suvišak triacilglicerola pohranjuje se tako u masnom tkivu, suvišak glukoze pretvara se u glikogen i pohranjuje u jetri i mišićima, a suvišak bjelancevina se uz pretpostavku postojanja adekvatne mišićne mase pohranjuje u mišićima. Organizam također može pohranjivati i neke mikronutrijente (primjerice kalcij, vitamin B₁₂ i vitamine topljive u mastima), dok je unos drugih mikronutrijenata nužno osigurati kontinuiranim unosom putem hrane (primjerice vitamina topljivih u vodi).

14.2.1. Komponente energetske potrošnje

Individualna energetska potrošnja sastoji se od tri komponente: energije bazalnog metabolizma (EBM), termičkog efekta hrane (TEH) i termičkog efekta tjelesne aktivnosti (TETA). Komponente individualne energetske potrošnje u odnosu na ukupne dnevne energetske potrebe prikazane su na slici 14.1.



Slika 14.1. Komponente energetske potrošnje (prerađeno prema: Šatalić, 2008)

Energija bazalnog metabolizma (EBM) je minimalna količina energije koja se troši na aktivnosti nužne za održavanje života. Te aktivnosti uključuju: disanje i cirkulaciju, sintezu organskih molekula i pumpanje iona kroz membranu, rad središnjega živčanog sustava te održavanje tjelesne temperature. Drugim riječima, energija bazalnog metabolizma predstavlja količinu energije koju pojedinac unutar 24 sata potroši u stanju mirovanja, bez tjelesnih i mentalnih aktivnosti, u toplinski neutralnom okruženju (Ireton-Jones, 2020). Na energiju bazalnog metabolizma otpada najveći udio ukupne energetske potrošnje, čak 60–75 % (slika 14.1.).

Čimbenici koji utječu na energiju bazalnog metabolizma su: veličina i sastav tijela, dob, spol i hormonalni status. Viši i mršaviji ljudi u usporedbi s nižima i debljima imaju veću energiju bazalnog metabolizma. Energija bazalnog metabolizma najveća je tijekom razdoblja intenzivnog rasta i razvoja, a starenjem se smanjuje. Starenjem se također smanjuje energija bazalnog metabolizma uslijed promjene sastava tijela (povećava se masna, a smanjuje mišićna masa tijela). Razlika u sastavu tijela objašnjenje je i razlike u energiji bazalnog metabolizma između muškaraca i žena. Žene zbog većeg udjela masnog tkiva imaju manju energiju bazalnog metabolizma, i to za otprilike 5–10 % u odnosu na muškarce jednake mase i visine. Prehrana restriktivna na unosu energije uzrokuje smanjenje energije bazalnog metabolizma za 10–20 %. Povećanje tjelesne temperature također uzrokuje povećanje energije bazalnog metabolizma, i to za otprilike 13 % za svaki stupanj porasta temperature iznad 37°C (Šatalić, 2008).

Termički efekt hrane (TEH) odnosi se na energetske potrošnje nakon konzumacije hrane. Ta se energija troši za: apsorpciju, transport te pohranu i metabolizam hranjivih tvari. Iznos te komponente energetske potrošnje ovisi o sastavu makronutrijenata unesenih putem hrane. Najveća je za razgradnju ili sintezu bjelančevina (15–30 % unesene energije), slijede razgradnja ili pohrana ugljikohidrata (5–8 % unesene energije) te oksidacija ili pohrana masti (2–3 % unesene energije). Prosječno se za vrijednost TEH uzima 10 % ukupnoga energetskeg unosa (slika 14.1.). Dodatak začina (primjerice čili ili gorušica) može povećati TEH i do 33 %, a taj efekt može trajati više od 3 sata (Šatalić, 2008).

Termički efekt tjelesne aktivnosti (TETA) je komponenta energetske potrošnje koja je najviše varijabilna među pojedincima i može iznositi od 100 kcal/dan za tjelesno neaktivne osobe do čak 3000 kcal/dan za vrhunske sportaše. Količina energije utrošena za tjelesnu aktivnost ovisi o intenzitetu i trajanju aktivnosti.

Termički efekt tjelesne aktivnosti značajno se razlikuje ovisno o sastavu tijela i navikama tjelesne aktivnosti. Ta se komponenta energetske potrošnje smanjuje starenjem, budući da se smanjuje mišićna, a povećava masna masa tijela. Muškarci u usporedbi sa ženama zbog veće mišićne mase troše i veću količinu energije za isti intenzitet i trajanje tjelesne aktivnosti (Ireton-Jones, 2020).

14.2.2. Prehrambene potrebe

Prehrambene potrebe opisuju količinu hranjivih tvari potrebnih svakom pojedincu, a na temelju individualnih fizioloških potreba. Dob, spol, intenzitet tjelesne aktivnosti i posebna fiziološka stanja uzimaju se u obzir za procjenu individualnih potreba u skladu s referentnim unosom.

Referentni unos predstavlja kvantificiranje čovjekovih potreba za esencijalnim hranjivim tvarima (voda, esencijalne aminokiseline, esencijalne masne kiseline, vitamini i minerali). Te vrijednosti imaju široku primjenu: od planiranja individualne prehrane do planiranja prehrane u različitim institucijskim oblicima (vrtići, škole, bolnice), ugostiteljskim objektima, prilikom označavanja hrane, u edukacijskim kampanjama za promociju pravilne prehrane i dr.

Iako postoje odstupanja u vrijednostima referentnog unosa u različitim zemljama, najčešće se koriste vrijednosti referentnog unosa koje potječu iz SAD-a i Kanade: referentni prehrambeni unos – DRI (*Dietary Reference Intake*).

Referentni prehrambeni unos (DRI) uključuje: prosječan unos (EAR – *Estimated Average Requirement*), preporučeni unos (RDA – *Recommended Dietary Allowances*), adekvatan unos (AI – *Adequate Intake*) i maksimalni unos (UL – *Upper Intake Level*). Uz te četiri skupine referentnih vrijednosti referentni prehrambeni unos uključuje i prihvatljivi raspon unosa makronutrijenata (AMDR – *Acceptable Macronutrient Distribution Range*) (NIH, n.d.).

Prosječan unos (EAR – *Estimated Average Requirement*) određuje količine nutrijenata koje zadovoljavaju potrebe polovice zdravih osoba u određenoj životnoj dobi s obzirom na spol.

Preporučeni unos (RDA – *Recommended Dietary Allowances*) navodi količine nutrijenata koje zadovoljavaju potrebe gotovo svih zdravih ljudi (97–98 %) u određenoj životnoj dobi s obzirom na spol. Vrijednosti preporučenog unosa koriste se prilikom planiranja prehrane pojedinca.

Adekvatan unos (AI – *Adequate Intake*) navodi vrijednosti za one nutrijente za koje nema dovoljno znanstvenih dokaza da bi se definirao prosječan unos (EAR) ili preporučeni unos (RDA). Adekvatan unos ne označava potrebe nego procijenjeni unos neke populacijske skupine.

Maksimalni unos (UL – *Upper Intake Level*) navodi najveće vrijednosti pojedinog nutrijenta kod kojih nema nepoželjnih učinaka na zdravlje. Budući da se prehranom teško može unijeti količina nutrijenata koja će imati nepovoljan učinak, te se vrijednosti najčešće mogu dostići prekomjernim uzimanjem dodataka prehrani.

Prihvatljivi raspon unosa makronutrijenata (AMDR – *Acceptable Macronutrient Distribution Range*) izražava se kao % dnevnoga energetskeg unosa bjelanjčevina, ugljikohidrata i masti (ukupnih te *n*-3 i *n*-6 masnih kiselina) koji zadovoljava minimalne potrebe za makronutrijentima i ujedno smanjuje rizik od pojave kroničnih bolesti (tablica 14.2.).

Tablica 14.2. Prihvatljivi raspon unosa makronutrijenata
(pretrađeno prema: Drago i Yadrick, 2020)

| Hranjiva tvar | Prihvatljivi raspon unosa makronutrijenata (%) | Preporučeni udio energetskeg unosa (%) za odraslu osobu (na bazi 2000 kcal) | g/dan |
|--|--|---|-------|
| Bjelanjčevine | 10 – 35* | 10 | 50 |
| Ugljikohidrati | 45 – 65 | 60 | 300 |
| Masti | 20 – 35 | 30 | 67 |
| α-linolenska masna kiselina (<i>n</i> -3) | 0,6 – 1,2 | 0,8 | 1,8 |
| Linolna masna kiselina (<i>n</i> -6) | 5 – 10 | 7 | 16 |
| Dodani šećeri | ≤ 25 | najviše 500 kcal | 125 |

* Preporučeno je da udio dnevnoga energetskeg unosa koji potječe od bjelanjčevina iznosi 10 %. Veća vrijednost (35 %) nije preporučena gornja granica, već je to vrijednost koja se dobije kada se zbroj udjela (%) bjelanjčevina i ugljikohidrata nadopuni do 100 %.

Vrijednost za dodani šećer (≤25 % kcal) vrlo je visoka i treba je prihvaćati s ograničenjem. Tako visoka vrijednost smatra se prikladnom samo u slučaju vrlo visoke razine tjelesne aktivnosti. Budući da je većina ljudi ipak tjelesno slabije ili umjereno aktivna, savjetuje se unos dodanog šećera održavati ispod 10 % dnevnoga unosa energije (WHO, 2003).

Referentne vrijednosti u Europi definira Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA – *European Food Safety Authority*). Vrijednosti koje je definirala EFSA podudaraju se s AMDR vrijednostima, ali se dodatno definiraju vrijednosti za preporučeni dnevni unos sljedećih komponenata (EFSA, 2010):

- Višestruko nezasićene masne kiseline iz skupine *n*-3: 250 mg (EPA i DHA)
- Prehrambena vlakna: 25 g
- Voda: 2 l za žene i 2,5 l za muškarce.

Sve referentne vrijednosti sugeriraju što niži unos zasićenih, *trans* masnih kiselina i kolesterola.

Prehrambeni status je individualno fiziološko stanje zasnovano na ravnoteži između unosa i apsorpcije hranjivih tvari i potrebe za njima (slika 14.2.). Nakon konzumacije hrane, pića i dodataka prehrani organizam ima na raspolaganju određenu količinu hranjivih tvari. Ta količina ovisi o: količini prisutnih hranjivih tvari, njihovoj bioraspoloživosti te sposobnosti organizma da ih razgradi i apsorbira u probavnom sustavu.



Slika 14.2 Optimalni prehrambeni status: ravnoteža između unosa i apsorpcije hranjivih tvari te potrebe za hranjivim tvarima (prerađeno prema: Bartok i Mahan, 2020)

14.3. Prehrambene smjernice

Prehrambene smjernice su preporuke koje se odnose na unos hrane i preporučeni prehrambeni obrazac koji će zadovoljiti prehrambene potrebe, osigurati poželjnu tjelesnu masu, biti podrška zdravlju te pridonijeti smanjenju rizika od pojave kroničnih nezaraznih bolesti koje se povezuju s prehranom.

Prehrambene smjernice zasnivaju se na rezultatima znanstvenih istraživanja (Šatalić, 2018). Budući da su smjernice namijenjene širokoj skupini potrošača, one moraju biti jednostavne, razumljive, sugestivne i motivirajuće. S ciljem boljšeg razumijevanja često su i grafički oblikovane, a mogu sadržavati i kratke pozitivne poruke koje su kreirane s ciljem motiviranja potrošača na promjenu prehrambenih i životnih navika. Najstarija i najpoznatija grafički oblikovana smjernica je Piramida uravnotežene prehrane.

Vodič uravnotežene prehrane u obliku piramide izdalo je 1992. godine Ministarstvo poljoprivrede SAD-a (USDA – *United States Department of Agriculture*) i do sada je doživjela nekoliko preinaka. Revidirana inačica obavljena je 2005. godine pod nazivom *Moja piramida (My Pyramid)*. Trenutno je aktualna treća verzija smjernica pod nazivom *Moj tanjur (My Plate)* koja je izdana 2011. godine.

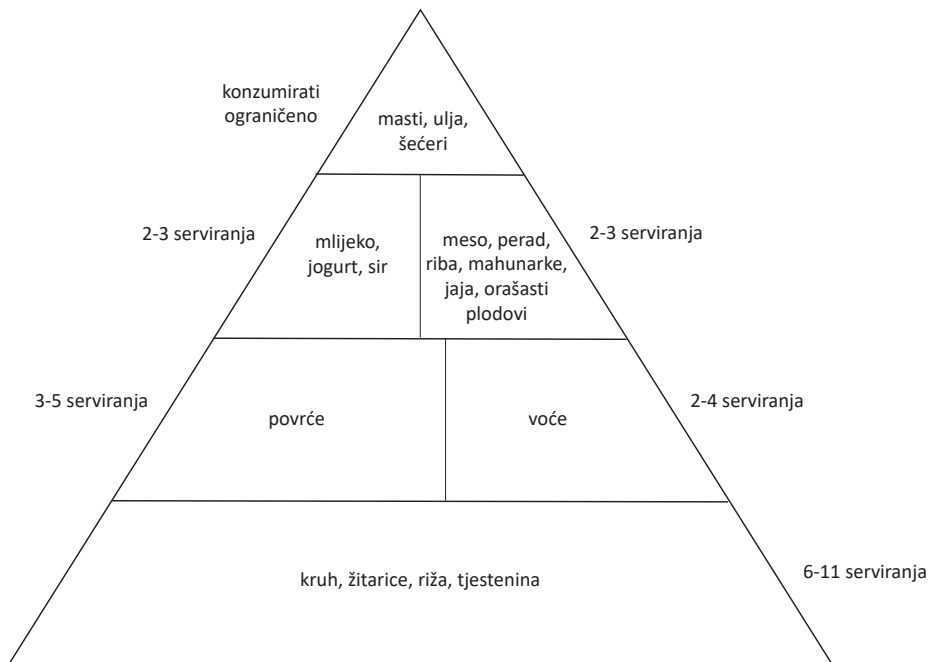
Piramida uravnotežene prehrane (1992)

Piramida uravnotežene prehrane hranu dijeli u pet skupina na temelju zajedničkih karakteristika: žitarice i prerađevine; voće; povrće; mlijeko, jogurt i sir; meso, perad, riba, mahunarke, jaja i orašasto voće. Na vrhu piramide nalaze se masti, ulja i slatkiši koji se ne klasificiraju u posebnu skupinu hrane (slika 14.3.).

Ova je smjernica zastupala tri osnovna načela uravnotežene prehrane: raznolikost, umjerenost i ravnotežu. Oblik piramide te odnos površina koje pripadaju svakoj pojedinoj skupini hrane ukazuje na preporuku o zastupljenosti pojedine skupine u prehrani. Bazu piramide čine žitarice i prerađevine koje bi trebale biti i najzastupljenije u okviru pravilne prehrane. Na sljedećoj razini nalaze se voće i povrće, a razinu iznad njih je hrana bogata bjelanjčevinama.

Na vrhu piramide su masti, ulja i slatkiši, hrana za koju ne postoje preporuke za konzumaciju, već se savjetuje njihovo izbjegavanje.

Skupina „kruh, žitarice, riža i tjestenina“ značajan je izvor složenih ugljikohidrata, vitamina, minerala i prehrambenih vlakana. Skupine „voće“ i „povrće“ također pridonose unosu vitamina, minerala i prehrambenih vlakana. Skupina „mlijeko, jogurt i sir“ izvor je potpunih bjelančevina i nekih minerala (primjerice kalcija). Skupina „meso, perad, mahunarke, jaja i orašasti plodovi“ izvor je bjelančevina, vitamina B-kompleksa, cinka i željeza (Rumbak, 2013).



Slika 14.3. Smjernica Piramida uravnotežene prehrane (izrada autorice prema USDA, 1992)

U preporukama za konzumaciju pojedine skupine hrane količine su iskazane pojmom „serviranje“. Veličina jednog „serviranja“ razlikuje se za svaku pojedinu skupinu hrane, a navedeni raspon preporučene broja serviranja unutar pojedine skupine odnosi se na različite razine dnevnog unosa energije.

Jedno serviranje za svaku pojedinu skupinu iznosi:

- Kruh, žitarice, riža i tjestenina: 1 kriška kruha, $\frac{1}{2}$ šalice kuhane riže ili tjestenine
- Povrće: 1 šalica sirovoga lisnatog povrća, $\frac{1}{2}$ šalice kuhanoga ili svježega drugog povrća, $\frac{3}{4}$ šalice soka od povrća
- Voće: 1 komad voća srednje veličine (jabuka, naranča, kruška), $\frac{1}{2}$ šalice konzerviranog voća, $\frac{3}{4}$ šalice soka od voća
- Mlijeko, jogurt i sir: 1 šalica mlijeka ili jogurta, 30–45 g sira
- Meso, perad, riba, mahunarke, jaja i orašasto voće: 60–90 g termički obrađenog mesa, peradi ili ribe, 1– $1\frac{1}{2}$ šalice mahunarki, 1 jaje, $\frac{1}{3}$ šalice orašastog voća.

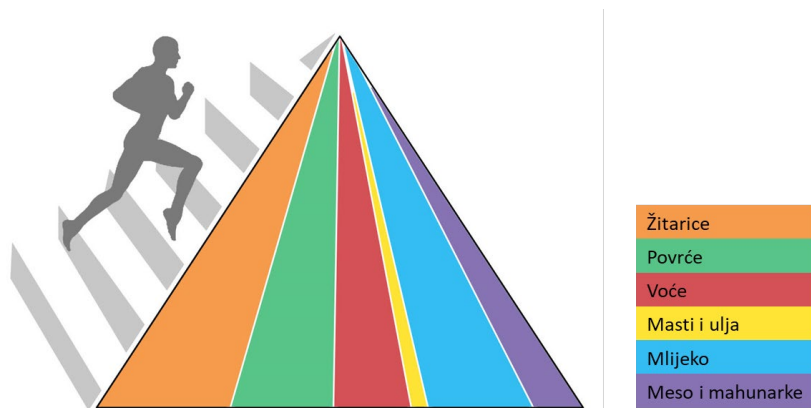
S vremenom je postalo očigledno da potrošačima ova smjernica nije bila potpuno jasna te da nisu mogli realno procijeniti količine koje se savjetuje konzumirati iz svake pojedine skupine hrane. Pojavile su se i kritike vezane uz preporuke za pojedine skupine hrane. Primjerice preporuka za unos voća iznosila je 2–4 serviranja, ali potrošačima nije bilo jasno da je to najmanja preporučena količina. Nasuprot tome preporuka za konzumaciju hrane bogate bjelančevinama iznosila

je 2–3 serviranja, pri čemu nije bilo jasno naznačeno da je to maksimalni preporučeni unos. Najviše kritika odnosilo se na masnoće, za koje nije ni bilo preporuka, nego se savjetovalo izbjegavati ih. Međutim, s vremenom se pokazalo da ta preporuka ima i manjkavosti jer osim što su masti nužne za normalno funkcioniranje organizma, vrlo je važno voditi računa i o vrsti masnih kiselina budući da neke imaju pozitivne učinke na zdravlje, pa se u prehrani sve više naglašava potreba za pažljivim odabirom vrste masti.

Moja piramida (2005)

Smjernica Moja piramida (*My Pyramid*) zamijenila je 2005. godine klasičnu Piramidu uravnotežene prehrane. U to vrijeme njezina velika prednost bila je u tome što je predstavljala interaktivni alat kojim se prvi put moglo izraditi personalizirani plan prehrane ovisno o značajkama svakog pojedinca. Upravo je personalizirani pristup bio temelj sloganu koji je pratio tu smjernicu: „Ista veličina ne pristaje svima“ (*One size doesn't fit all!*). Interaktivna aplikacija na temelju individualnih značajki svakog pojedinca izračunavala je preporučenu količinu hrane iz svake skupine.

U toj piramidi hrana je također podijeljena u skupine, ali one više nisu poredane horizontalno, nego vertikalno. Svaka skupina hrane predstavlja zasebnu piramidu označenu svojom bojom. Uz prethodno korištenih pet skupina hrane dodana je skupina „masti i ulja“, kako bi se istaknula važnost uključivanja poželjnih masnoća (primjerice maslinovo ulje) u prehranu. Prikaz skupina u obliku piramide sugerira umjerenost, budući da se u bazi svake piramide nalazi hrana koju je dopušteno više konzumirati. Širina svake piramide sugerira udjele zastupljenosti pojedine skupine hrane. Skupine hrane označene su bojama: žitarice – narančasta, povrće – zelena, voće – crvena, ulja – žuta, mlijeko i mliječni proizvodi – plava, meso, riba, jaja, mahunarke i orašasti plodovi – ljubičasta (slika 14.4).



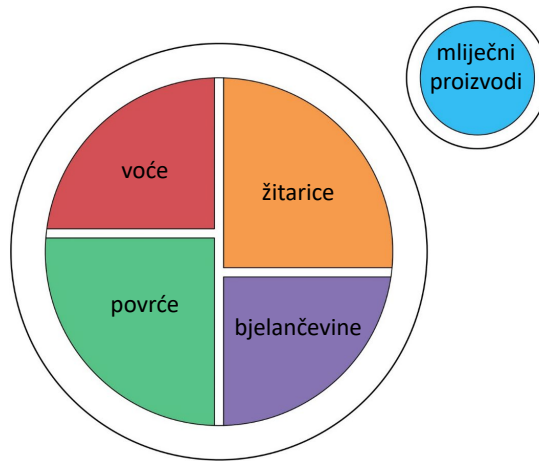
Slika 14.4. Smjernica Moja piramida (izrada autorice prema USDA, n.d.)

Dvije značajne novine u toj smjernici u odnosu na prethodnu piramidu su: naglašavanje važnosti redovite tjelesne aktivnosti i izražavanje preporučenih količina konzumirane hrane. Preporuka za tjelesnu aktivnost ilustrirana je siluetom koja se penje uz stepenice. Umjesto „serviranja“ preporučene količine svake skupine hrane izražene su masom (1 unca=28,4 g) ili količinom koja se dobije mjerenjem pomoću kuhinjskog posuđa i pribora (šalica, žlica, žličica).

Budući da nije postignuto smanjenje pretilosti (čak naprotiv, njezina se učestalost povećala i proširila na dječju dob), a što je bio jedan od glavnih ciljeva prehrambenih smjernica, napušten je koncept prikaza u obliku piramide. Zamijenio ga je jednostavniji i lakše primjenjiv koncept prikaza preporuka u obliku tanjura, tj. objavljena je smjernica Moj tanjur (*My Plate*).

Moj tanjur (2011)

Smjernicu Moj tanjur (*My Plate*) izdalo je također Ministarstva poljoprivrede SAD-a, 2011. godine te je aktualna i danas. Preporuka je dizajnirana u obliku tanjura jarkih boja uz čašu sa strane (slika 14.5.).



Slika 14.5. Smjernica Moj tanjur (izrada autorice prema USDA, 2020)

Hrana na tanjuru podijeljena je u četiri skupine: voće, povrće, žitarice i bjelančevine. Posebno se pored tanjura nalazi skupina mlijeko i mliječni proizvodi. Polovica tanjura otpada na voće i povrće, a druga polovica na žitarice i bjelančevine. Iako smjernica ima oblik tanjura, važno je naglasiti da se ne očekuje takva raspodjela hrane unutar svakog obroka, već na razini cjelokupne prehrane.

U toj smjernici naglašava se da polovicu unosa trebaju činiti voće i povrće, barem polovica konzumiranih žitarica trebale bi biti žitarice od cjelovitog zrna, a punomasno mlijeko i mliječne proizvode trebalo bi zamijeniti malomasnim mlijekom i mliječnim proizvodima. Savjetuje se ograničiti unos soli (i kao dodatka hrani i kroz prerađenu hranu), naglasak je na odabiru raznolike hrane šarenih boja, a za žeđ se savjetuje piti vodu.

Poruke koje prate tu smjernicu su:

- Uživajte u hrani, ali jedite manje!
- Izbjegavajte prevelike porcije!
- Uspoređujte proizvode prema sadržaju soli i birajte one s manje soli! Ne dosoljavajte hranu!
- Pijte vodu umjesto zaslađenih napitaka!

Tu smjernicu prati i poruka „Odaberi Moj tanjur“ (*Choose My plate*), kojom se naglašava pravilan odabir hrane iz pojedinih skupina te ograničavanje veličine porcije.

Američke prehrambene smjernice

Američke prehrambene smjernice (*Dietary Guidelines for Americans*) dokument je koji se od 1980. godine periodično izdaje za razdoblje od pet godina, a predstavlja okvir koji državnu upravu, javno zdravstvo, sustav obrazovanja, ali i proizvođače i ponuđače hrane usmjerava na djelovanje u cilju pravilne i uravnotežene prehrane te promicanja prehrambenih i životnih obrazaca koji čuvaju i unapređuju zdravlje (OASH, 2022a).

Već je prethodno izdanje Smjernica (2015.–2020.) naglašavalo potrebu za raznolikošću i odabirom hrane iz svih skupina, ali i potrebu odabira poželjnih opcija unutar svake skupine hrane, primjerice odabir nesoljenih orašastih plodova umjesto soljenih, korištenje malomasnih mliječnih proizvoda umjesto punomasnih, zamjena rafiniranog brašna brašnom od cjelovitih žitarica, priprema hrane na pari umjesto prženja u dubokoj masnoći i sl. Unos dodanog šećera i masti bio je ograničen na manje od 10 % ukupnoga dnevnog energetskog unosa, dnevni unos natrija na manje od 2300 mg, a dnevni unos alkohola na jedno alkoholno piće za žene i dva za muškarce (USDA, 2015).

Aktualne Američke prehrambene smjernice 2020.–2025. (OASH, 2022b) predstavljaju nadogradnju na prethodno izdanje, i to najviše u smislu naglašavanja potreba specifičnih populacija. Preporuke za djecu, adolescente, odrasle i starije osobe modificirane su, a prvi put uključene su i preporuke za trudnice i dojilje.

Smjernice 2020.-2025. naglašavaju da bit pravilne prehrane nije isključivo izbjegavanje ili konzumacija određene hrane, već da naglasak treba biti na kontinuiranom pridržavanju cjelokupnom modelu uravnotežene prehrane. Smjernice naglašavaju zadovoljenje prehrambenih potreba kroz cjelovitu hranu i pića, a korištenje dodataka prehrani savjetuje se samo u slučajevima kada je to nužno. Napominje se da je dozvoljeno 15 % ukupnoga dnevnog energetskog unosa zadovoljiti iz hrane male nutritivne gustoće (prazne kalorije). Posebno se naglašava važnost kontrole veličine porcija (USDA, 2020).

14.4. Oznake na hrani kao izvor informacija za potrošače

14.4.1. Nutritivna deklaracija

Jedan od načina na koji potrošači mogu dobiti informacije o hranjivoj vrijednosti hrane su oznake koje se nalaze na hrani. Čitanje i razumijevanje oznaka na hrani potrošačima može pomoći da izaberu nutritivno poželjnu hranu te da svojim odabirom pozitivno utječu na zdravlje.

Sva pretpakirana hrana⁵⁹ koja se nalazi na tržištu Europske unije mora imati oznaku koja potrošaču daje informaciju o njezinoj energetskoj i hranjivoj vrijednosti. Takva vrsta oznake naziva se **nutritivna deklaracija** i nalazi se na ambalaži hrane. Od 13. 12. 2016. nutritivna deklaracija obavezna je za hranu koja se nalazi na tržištu u Republici Hrvatskoj.

Iznimno, nutritivna deklaracija ne mora biti istaknuta na: neprerađenoj hrani koja sadrži samo jedan sastojak ili jednu kategoriju sastojaka, prerađenoj hrani koja je podvrgnuta samo jednom postupku prerade (zrenju) te sadrži samo jedan sastojak, vodi koja je namijenjena za konzumaciju, hrani čiji sastav nije presudan za odluku o kupnji (primjerice začini, sol, kava, biljni i voćni čajevi, žvakaće gume i sl.), hranu čija ambalaža je toliko malena da na nju ne stane nutritivna deklaracija, hranu iz domaće proizvodnje koja se izravno isporučuje krajnjem potrošaču i pića koja sadrže više od 1,2 % vol. alkohola.

Nutritivna deklaracija ima standardizirani sadržaj. Podaci koji moraju na njoj biti prikazani su: energetska vrijednost, količina masti, količina zasićenih masnih kiselina, količina ugljikohidrata, količina šećera, količina bjelanjčevina i količina soli. Količine iskazanih vrijednosti izražavaju se u kilodžulima (kJ) i kilokalorijama (kcal) te u gramima (g), miligramima (mg) ili mikrogramima (µg). Vrijednosti u nutritivnoj deklaraciji mogu biti proširene i podacima o sadržaju jedne ili više komponenata, kao što su: jednostruko i višestruko nezasićene masne kiseline, poliolni, škrob, vlakna, vitamini i minerali (Uredba (EU) 1169/2011).

Sve vrijednosti moraju biti obavezno izražene na 100 g ili 100 ml hrane. S ciljem boljeg razumijevanja kod potrošača, nutritivna deklaracija može sadržavati i podatke koji se odnose na točno određenu količinu hrane za koju je realno da će je potrošač jednokratno konzumirati (tablica 14.3.).

⁵⁹ Pretpakirana hrana: svaki pojedinačni proizvod koji se sastoji od ambalaže i hrane i kao takav se nudi krajnjem potrošaču u maloprodaji ili u objektima javne prehrane.

Tablica 14.3. Primjer nutritivne deklaracije izražen na 100 g i na količinu koja se očekuje da će biti konzumirana (prerađeno prema: Kolarić Kravar, 2017)

| | 100 g | 1 komad* |
|----------------------------------|-------------------|-----------------|
| Energetska vrijednost | 2235 kJ/ 535 kcal | 179 kJ/ 43 kcal |
| Masti | 30 g | 2,4 g |
| od kojih zasićene masne kiseline | 18,5 g | 1,5 g |
| Ugljikohidrati | 58,5 g | 4,7 g |
| od kojih šećeri | 57 g | 4,6 g |
| Bjelančevine | 5,9 g | 0,5 g |
| Sol | 0,13 g | 0,01 g |

*1 komad = 8g. Pakiranje sadrži 25 komada.

Ako ima dovoljno prostora na ambalaži, nutritivna deklaracija prikazuje se u obliku tablice, a ako nema dovoljno prostora, podaci se mogu navoditi i u nizu. Svi podaci, uz to što obavezno moraju biti na hrvatskom jeziku, moraju biti lako vidljivi, jasno čitljivi i napisani slovima visine najmanje 1,2 mm (Your Europe, 2022).

14.4.2. Ostale oznake koje mogu biti istaknute na hrani

Na hrani mogu biti istaknute i dodatne oznake koje se odnose na njezinu hranjivu vrijednost, a čije isticanje nije obavezno, već dobrovoljno. Na hrani mogu također biti istaknute prehrambene ili zdravstvene tvrdnje ili informacija o nutritivnom sastavu s prednje strane ambalaže.

Prehrambene i zdravstvene tvrdnje

Ako je na hrani navedena prehrambena ili zdravstvena tvrdnja, na nutritivnoj deklaraciji moraju biti navedene i količine hranjivih tvari na koje se tvrdnja odnosi.

Tvrdnja označava svaku poruku ili izjavu koja nije obvezujuća prema zakonodavstvu Europske unije, uključujući i slikovno, grafičko ili simboličko predstavljanje u bilo kojem obliku, a kojom se izjavljuje, sugerira ili naznačuje da ta hrana ima određena svojstva.

Prehrambena tvrdnja je svaka tvrdnja kojom se izjavljuje, sugerira ili naznačuje da hrana ima određena blagotvorna prehrambena svojstva zahvaljujući količini energije ili hranjivih tvari koje sadrži. Tvrdnja se može odnositi na smanjen ili povećan sadržaj energije ili hranjivih tvari.

Zdravstvena tvrdnja je tvrdnja kojom se izjavljuje, sugerira ili naznačuje da postoji odnos između neke kategorije hrane, određene hrane ili jedne od njezinih sastavnica i zdravlja.

Tvrdnja o smanjenom riziku od neke bolesti svaka je zdravstvena tvrdnja kojom se izjavljuje, sugerira ili naznačuje da konzumacija određene kategorije hrane, određene hrane ili jedne od njezinih sastavnica značajno smanjuje faktor rizika u razvijanju neke bolesti kod ljudi (Uredba (EZ) 1924/2006).

Prehrambene i zdravstvene tvrdnje temelje se na općeprihvaćenim znanstvenim dokazima. Na razini Europske unije propisana je procedura za označavanje tvrdnji na hrani te postoji Registar odobrenih prehrambenih i zdravstvenih tvrdnji koje se mogu isticati na hrani (European Commission, n.d.).

Oznake na prednjoj strani ambalaže

Dodatna, neobavezna oznaka na hrani su i podaci o hranjivoj vrijednosti koji se ističu na prednjoj strani ambalaže. Ta vrsta oznake naziva se **FOPL – Front of Package Label**, a namjera joj je da na još uočljiviji i jednostavniji način pruži potrošačima informaciju o hranjivoj vrijednosti hrane. Realno je očekivati da uvođenje te vrste oznake bude poticaj i proizvođačima da reformuliraju svoje proizvode te ih učine poželjnijima za odabir zdravstveno osviještenih potrošača.

Postoje različiti načini isticanja informacija na prednjoj strani ambalaže, a koji se temelje na odobrenju mjerodavnih tijela ili institucija, sustavu bodovanja, usporedbi nutritivne deklaracije i referentnog unosa te kombinaciji nutritivne deklaracije i semafor-sustava (Julia i Hercberg, 2017; van der Bend i Lissner, 2019).

Odobrenje mjerodavnih tijela ili institucija, koje je najčešće prikazano zaštićenim znakom, jamstvo je za nutritivno povoljan odabir. U Hrvatskoj postoji oznaka „Živjeti zdravo“ koju izdaje Hrvatski zavod za javno zdravstvo, i to za proizvode koji u svojoj kategoriji predstavljaju nutritivno povoljniji odabir jer sadrže: manje masnoća (posebno zasićenih), smanjenu količinu soli i šećera, primjereni sadržaj bjelancevina te više prehrambenih vlakana (slika 14.6.). Cilj je dodjele oznake informirati potrošače o pojedinim proizvodima i dati im mogućnost odabira nutritivno povoljnijih proizvoda bez potrebe dodatnog čitanja nutritivnih deklaracija (Živjeti zdravo, n.d.).



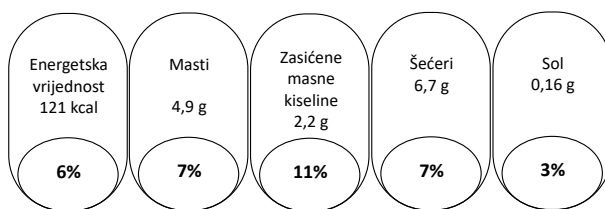
Slika 14.6. Oznaka Živjeti zdravo (Živjeti zdravo, n.d.)

Sustav bodovanja kategorizira hranu prema nutritivnoj kvaliteti te joj se dodjeljuje oznaka od A (najveća nutritivna kvaliteta) do E (najmanja nutritivna kvaliteta). Svaku kategoriju, od A do E, prati i odgovarajuća boja. Na taj način potrošači mogu već letimičnim pogledom procijeniti nutritivnu kvalitetu pojedine hrane. Taj sustav označavanja prvobitno se počeo primjenjivati u Francuskoj 2017. godine, a danas se njegova upotreba širi i u ostalim europskim zemljama (Julia i Hercberg, 2017) (slika 14.7.).



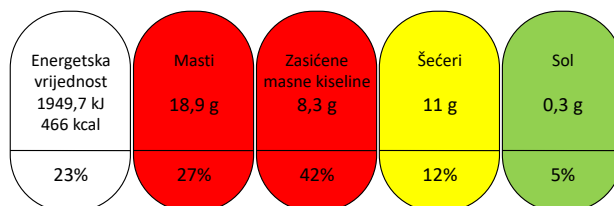
Slika 14.7. Oznaka Nutri-score (izrada autorice)

Usporedba nutritivne deklaracije i referentnog unosa predstavlja prikaz u kojem se uz količinu energije, masti, zasićenih masnih kiselina, šećera i soli istodobno za svaki od tih nutrijenata navodi i udio ispunjenja referentnog unosa. Polja u kojima se nalaze količine hranjivih tvari i udio zadovoljenja preporuka su monokromatska (slika 14.8.).



Slika 14.8. Primjer nutritivne deklaracije s izraženim vrijednostima na 26 g proizvoda (jedno serviranje) te postotkom preporučenoga dnevnog unosa (izrada autorice)

Kombinacija nutritivne deklaracije i semafor-sustava osigurava da se istodobnim označavanjem količine, postotka referentnog unosa i boje lako može za svaku hranjivu tvar već prema boji zaključiti je li prisutna u maloj (zeleno), srednjoj (žuto) ili velikoj količini (crveno). S obzirom na to da se unutar toga sustava označavaju nutrijenti koje se preporučuje izbjegavati, boje semafora vrlo sugestivno upućuju na „poželjnost“ pojedinog nutrijenta (slika 14.9.).



Slika 14.9. Primjer nutritivne deklaracije i semafor-sustava s vrijednostima izraženima na 100 g proizvoda te postotkom preporučenoga dnevnog unosa (izrada autorice)

14.5. Modeli prehrane za unapređenje zdravlja

Modeli prehrane koji se povezuju s dugoročnim pozitivnim utjecajima na zdravlje imaju sljedeće zajedničke značajke: bogati su hranom kao što su svježije voće i povrće, mahunarke i cjelovite žitarice, orašasti plodovi, antioksidansi, *n*-3 višestruko nezasićene masne kiseline, a siromašni su zasićenim i *trans* masnim kiselinama, bjelančevinama životinjskog podrijetla i dodanim šećerima (Pistollato i sur., 2018). Primjeri takvih modela prehrane su: mediteranska prehrana, DASH prehrana (*Dietary Approach to Stop Hypertension*), MIND prehrana (*Mediterranean-DASH Intervention for Neurodegenerative Delay*) i nordijska prehrana. Usporedba tih modela prehrane prikazana je u tablici 14.4. Epidemiološke studije potvrdile su da pridržavanje tih modela prehrane smanjuje učestalost nastanka svih kroničnih nezaraznih bolesti koje se povezuju s prehranom (Cena i Calder, 2020).

Mediteranska prehrana

Mediteranska prehrana predstavlja specifičan model prehrane jer ne samo da je usmjerena na odabir pojedinih skupina hrane već se pozornost pridaje i podrijetlu hrane (favorizira se održiva, ekološka, lokalna, sezonska i tradicionalna hrana) te načinu njezine pripreme. Mediteranska prehrana uključuje i način života koji karakterizira redovita tjelesna aktivnost, pravilan ritam odmora te intenzivne društvene interakcije.

Osnovu mediteranske prehrane čine cjelovite žitarice i njihove prerađevine, raznoliko voće i povrće, prehrambena vlakna i fitokemikalije. Među mliječnim proizvodima na dnevnoj bazi savjetuje se konzumacija malomasnih fermentiranih mliječnih proizvoda i sireva, čime se osigurava dovoljna količina kalcija. Uz mliječne proizvode kao izvori bjelančevina konzumiraju

se mahunarke i u manjoj mjeri jaja te meso peradi. Crveno meso konzumira se vrlo rijetko. Kao izvor masnoća koristi se maslinovo ulje, ali i sjemenke i orašasti plodovi. Za zaslađivanje se koristi med. Voda je glavno sredstvo za hidraciju, ali se savjetuje i redovita konzumacija umjerenih količina crnog vina isključivo uz obrok (Bach-Faig i sur., 2011).

DASH prehrana

DASH prehrana (*Dietary Approach to Stop Hypertension*) proizašla je iz studije koja je procjenjivala utjecaj prehrane na krvni tlak (Appel i sur. 1997). Taj tip prehrane naglašava konzumaciju raznolikog povrća (uključujući ono šarenih boja, mahunarke i škrobom bogato povrće), voće, malomasne mliječne proizvode, cjelovite žitarice i različite izvore bjelancevina (riba i proizvodi ribarstva, malomasno meso, jaja, mahunarke, orašasti plodovi i soja). U okviru toga modela prehrane ograničen je udio dodanog šećera (<10 % dnevnoga energetskeg unosa), zasićenih masti (<10 % dnevnoga energetskeg unosa), natrija (<2300 mg dnevno) i alkohola (do jedno piće dnevno za žene i do dva za muškarce) (Campbell, 2017).

MIND prehrana

MIND (*Mediterranean-DASH Intervention for Neurodegenerative Delay*) predstavlja svojevrsnu kompilaciju mediteranske i DASH prehrane, a prvenstveni joj je zadatak spriječiti gubitak kognitivnih sposobnosti do kojega dolazi starenjem (Marcason, 2015). MIND prehrana usmjerena je na povećan unos voća i povrća uz poseban naglasak na hranu za zdravlje mozga: tamnozeleno lisnato povrće, orašasti plodovi, bobičasto voće, cjelovite žitarice, riba, perad, maslinovo ulje i umjeren konzumacija vina. Preporučuje se izbjegavati hranu koja djeluje negativno na mozak kao što su: crveno meso, sir, margarin i maslac, hrana pržena u dubokoj masnoći i sl. Preporučena masnoća je maslinovo ulje (Marcason, 2015).

Nordijska prehrana

Nordijska prehrana svojevrsna je zamjena za mediteransku prehranu jer također ima dokazane zdravstvene dobrobiti, ali se bazira na hrani tipičnoj za nordijske zemlje (Norveška, Danska, Finska, Švedska, Island). Slično kao i mediteranska prehrana, nordijska prehrana uključuje učestalu konzumaciju zelenoga lisnatog povrća, ali i ostalih vrsta povrća, voća, ribe i plodova mora te cjelovitih žitarica (ječam, raž i zob). Među voćem posebno se preporučuje što veća konzumacija bobičastog voća, a među orašastim plodovima izdvaja se badem. Nordijska prehrana ističe potrebu redovite konzumacije hrane bogate β -glukanom (zob, ječam, gljive). Umjereno se preporučuje konzumirati meso divljači, jaja, sir i fermentirane mliječne proizvode. Crveno meso i masti životinjskog podrijetla vrlo se rijetko konzumiraju. Za razliku od mediteranske prehrane, gdje je glavna masnoća u pripremi i konzumaciji hrane maslinovo ulje, u nordijskoj prehrani koristi se repičino ulje (Mithril i sur., 2012).

Tablica 14.4. Usporedba mediteranske, DASH, MIND i nordijske prehrane (Cena i Calder, 2020)

| Skupina hrane | Mediteranska prehrana | DASH prehrana* | MIND prehrana | Nordijska prehrana |
|---------------------------------------|---|---|---|---|
| Voće | 1–2 obroka | 4–5 serviranja/dan | Bobičasto voće: ≥ 2 serviranja/tjedan | Voće, posebno bobičasto voće, povrće, krumpir: ≥ 500 grama/dan |
| Povrće | ≥ 2 serviranja/obrok | 4–5 serviranja/dan | Zeleno lisnato povrće: ≥ 6 serviranja/tjedan Ostalo: ≥ 1 serviranja/dan | |
| Cjelovite žitarice | 1–2 serviranja/obrok | 7–8 serviranja/dan | ≥ 3 serviranja/dan | Kruh: 4–6 kriški/dan Žitarice: 1,5 serviranja/dan Tjestenina: 3 serviranja/tjedan Hrana bogata β-glukanom: 3 grama/dan |
| Mliječni proizvodi | Malomasni: 2 serviranja/dan | Malomasni ili nemasni: 2–3 serviranja/dan | Sir: < 1 serviranja/tjedan Maslac: < 1 žlice/dan | Malomasno mlijeko: ≤ 5 dl/dan Sir koji se koristi kod kuhanja** |
| Orašasti plodovi, sjemenke, mahunarke | Masline/orašasti plodovi/sjemenke: 1–2 serviranja/dan Mahunarke: ≥ 2 serviranja/tjedan | 4–5 serviranja/dan | Orašasti plodovi: ≥ 5 serviranja/tjedan Mahunarke: < 3 serviranja/tjedan | Orašasti plodovi (uglavnom bademi): 15 grama/dan |
| Meso i mesni proizvodi | Crveno meso: < 2 serviranja/tjedan Procesirano meso: ≤ 1 serviranje/tjedan Bijelo meso: 2 serviranja/tjedan | Malomasni izvori bjelančevina: ≤ 2 serviranja/dan | Crveno meso: < 4 serviranja/tjedan Piletina: ≥ 2 serviranja/tjedan | Meso: ≤ 500 grama/tjedan Piletina: ≤ 300 grama/tjedan |
| Riba i proizvodi ribarstva | ≥ 2 serviranja/tjedan | | ≥ 1 serviranja/tjedan | 3–5 serviranja/tjedan |
| Masti, ulja i preljevi za salatu | Maslinovo ulje: 1–2 serviranja/obrok | 2–3 serviranja/dan | Maslinovo ulje kao primarna masnoća | 5 grama/kriški kruha 0,5 dl/dan; kao preljev za salatu |
| Slatkiši | ≤ 2 serviranja/tjedan | ≤ 5 serviranja/tjedan | Kolači i slatkiši: < 5 serviranja/tjedan | Tijekom vikenda |
| Ostalo | Jaja: 2–4 komada/tjedan Krumpir: ≤ 3 serviranja/tjedan | Natrij: < 2300 mg/dan | Pržena ili „brza hrana“: < 1 serviranja/tjedan | Jaja: ostati unutar preporučenog dnevnog unosa za kolesterol Sok od voća/povrća: 4 dl/tjedan |
| Alkohol | Vino: umjereno, uz obrok | Žene: ≤ 1 piće/dan Muškarci: ≤ 2 pića/dan | 1 čaša/dan | Uobičajeni unos |

*Prikazane preporuke bazirane su na dnevnom energetskom unosu od 2000 kcal. ** Doprinosi ukupnim mastima i kvaliteta masti iz sira treba ostati unutar preporučenoga dnevnog unosa.

14.6. Literatura

- Appel, L. J., Moore, T. J., Obarzanek, E., Vollmer, W. M., Svetkey, L. P., Sacks, F. M., Bray, G. A., Vogt, T. M., Cutler, J. A., Windhauser, M. M., Pao-Hwa, R. D., Karanja, N. (1997): A clinical trial of the effects of dietary patterns on blood pressure. DASH Collaborative Research Group. *The New England Journal of Medicine* 336, 1117–1124.
- Bach-Faig, A., Berry, E. M., Lairon, D., Reguant, J., Trichopoulou, A., Dernini, S., Medina, F. X., Battino, M., Belahsen, R., Miranda, G., Serra-Majem, L. (2011): Mediterranean diet pyramid today. Science and cultural updates. *Public Health Nutrition* 14, 2274–2284.
- Bartok, C., Mahan, L. K. (2020): Intake: Assessment of food- and nutrition-related history. U: Krause and Mahan's Food & The Nutrition Care Process, 15. izd. (ur.: Raymond, J. L., Morrow, K.). Elsevier Saunders, Philadelphia, 84-102.
- Campbell, A. P. (2017): DASH eating plan: An Eating Pattern for Diabetes Management. *Diabetes Spectrum* 30(2), 76–81.
- Cena, H., Calder, P. C. (2020): Defining a healthy diet: Evidence for the role of contemporary dietary patterns in health and disease. *Nutrients* 12(2), 334.
- Drago, L., Yadrick, M. M. (2020): Food-nutrient delivery: Planning the diet with cultural competence. U: Krause and Mahan's Food & The Nutrition Care Process, 15. izd. (ur.: Raymond, J. L., Morrow, K.). Elsevier Saunders, Philadelphia, 247-275.
- EFSA – European Food Safety Authority Panel on Dietetic Products, Nutrition and Allergies (NDA) (2010): Scientific Opinion on Dietary Reference Values for fats, including saturated fatty acids, polyunsaturated fatty acids, monounsaturated fatty acids, *trans* fatty acids, and cholesterol. *EFSA Journal* 8 (3), 1461.
- European Commission (n.d.): Nutrition and Health Claims. Dostupno na: https://ec.europa.eu/food/safety/labelling_nutrition/claims/register/public/?event=search. Pristupljeno: 10. 11. 2022.
- Ireton-Jones, C. S. (2020): Intake: Energy. U: Krause and Mahan's Food & The Nutrition Care Process, 15. izd. (ur.: Raymond, J. L., Morrow, K.). Elsevier Saunders, Philadelphia, 49-65.
- Julia, C., Hercberg, S. (2017): Development of, a new front-of-pack nutrition label in France: the five colour Nutri-score. *Public Health Panorama* 3(4), 712-725.
- Kolarić Kravar, S. (2017): Nutritivna deklaracija kao obvezni podatak na hrani. Dostupno na: https://www.hah.hr/wp-content/uploads/2017/03/4_Nutritivna-deklaracija.pdf. Pristupljeno: 10. 11. 2022.
- Marcason, W. (2015): What are the components to the MIND diet? *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics* 115, 1744.
- Marcus, J. B. (2013): Culinary Nutrition: The Science and Practice of Healthy Cooking. Academic Press, Oxford.
- Mithril, C., Dragsted, L. O., Meyer, C., Blauert, E., Holt, M. K., Astrup, A. (2012): Guidelines for the New Nordic Diet. *Public Health Nutrition* 15(10), 1941-1947.
- NIH – National Institutes for Health (n.d.): Nutrient Recommendations and Databases. Dostupno na: <https://ods.od.nih.gov/HealthInformation/nutrientrecommendations.aspx>. Pristupljeno: 15. 11. 2022.

- OASH – Office of Disease Prevention and Health Promotion (2022a): Dietary Guidelines for Americans. Dostupno na: <https://health.gov/our-work/nutrition-physical-activity/dietary-guidelines>. Pristupljeno: 10. 11. 2022.
- OASH – Office of Disease Prevention and Health Promotion (2022b): Current Dietary Guidelines. Dostupno na: <https://health.gov/our-work/nutrition-physical-activity/dietary-guidelines/current-dietary-guidelines>. Pristupljeno: 10. 11. 2022.
- Pistolato, F., Iglesias, R. C., Ruiz, R., Aparicio, S., Crespo, J., Lopez, L. D., Manna, P. P., Giampieri, F., Battino, M. (2018): Nutritional patterns associated with the maintenance of neurocognitive functions and the risk of dementia and Alzheimer's disease: A focus on human studies. *Pharmacological Research* 131, 32-43.
- Rumbak, I. (2013): Piramida pravilne prehrane. U: 100 (i pokoja više) crtica iz znanosti o prehrani (ur. Šatalić, Z.). Hrvatsko društvo prehrambenih tehnologa, biotehnologa i nutricionista, Zagreb. 5-9.
- Šatalić, Z. (2008): Energetske i nutritivne potrebe. *Medicus* 17, 5-17.
- Šatalić, Z. (2018): Prehrana osoba uključenih u sportske i sportsko-rekreacijske aktivnosti. U: Tjelesno vježbanje i zdravlje (ur.: Mišigoj-Duraković, M. i sur.) Znanje d. o. o., Zagreb, 417-456.
- Te Morenga, L. A., Howatson, A. J., Jones, R. M., Mann, J. (2014): Dietary sugars and cardiometabolic risk: systematic review and meta-analyses of randomized controlled trials of the effects on blood pressure and lipids. *American Journal of Clinical Nutrition* 100(1), 65-79.
- Uredba (EU) 1169/2011 Europskog Parlamenta i Vijeća od 25. listopada 2011. o informiranju potrošača o hrani, izmjeni uredbi (EZ) br. 1924/2006 i (EZ) br. 1925/2006 Europskog parlamenta i Vijeća te o stavljanju izvan snage Direktive Komisije 87/250/EEZ, Direktive Vijeća 90/496/EEZ, Direktive Komisije 1999/10/EZ, Direktive 2000/13/EZ Europskog parlamenta i Vijeća, direktiva Komisije 2002/67/EZ i 2008/5/EZ i Uredbe Komisije (EZ) br. 608/2004. Službeni list Europske unije, L 304/18 (izmjene: 1155/2013, 2015/2283).
- Uredba (EZ) 1924/2006 Europskog Parlamenta i Vijeća od 20. prosinca 2006. o prehrambenim i zdravstvenim tvrdnjama koje se navode na hrani. Službeni list Europske unije, L404/9.
- USDA – United States Department of Agriculture (1992): The Food Guide Pyramid. Dostupno na: <https://naldc.nal.usda.gov/download/CAT40000642/PDF>. Pristupljeno: 10. 1. 2023.
- USDA – United States Department of Agriculture (2015): Dietary Guidelines for Americans 2015-2020. 8. izd. Dostupno na: https://health.gov/sites/default/files/2019-09/2015-2020_Dietary_Guidelines.pdf. Pristupljeno: 23. 12. 2022.
- USDA – United States Department of Agriculture (2020): Dietary Guidelines for Americans 2020-2025. 9. izd. Dostupno na: https://www.dietaryguidelines.gov/sites/default/files/2020-12/Dietary_Guidelines_for_Americans_2020-2025.pdf. Pristupljeno: 10. 11. 2022.
- USDA – United States Department of Agriculture (n.d.): The Food Guide Pyramid. Dostupno na: <http://www.foodpyramid.com/mypyramid/>. Pristupljeno: 10. 1. 2023.
- van der Bend, D. L. M., Lissner, L. (2019): Differences and similarities between front-of-pack nutrition labels in Europe: A comparison of functional and visual aspects. *Nutrients* 11(3), 626.
- WHO – World Health Organization (1985): Energy and protein requirements. Report of, a Joint FAO/WHO/UNU Expert Consultation. Technical Report Series 724. World Health Organisation, Geneva.

- WHO – World Health Organization (2003): Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. Report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation. Technical Report Series 916. World Health Organisation, Geneva.
- WHO – World Health Organization (2010): A healthy lifestyle – WHO recommendations. Dostupno na: <https://www.who.int/europe/news-room/fact-sheets/item/a-healthy-lifestyle---who-recommendations>. Pristupljeno 10. 11. 2022.
- WHO – World Health Organization (2013): Global Action Plan for Prevention and Control of Noncommunicable Diseases 2013-2020, World Health Organisation, Geneva.
- WHO – World Health Organization (2016): Action Plan for the Prevention and Control of Noncommunicable Diseases in the WHO European Region, WHO Regional Office for Europe, Copenhagen.
- WHO – World Health Organization (2020): Healthy diet. Dostupno na: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/healthy-diet>. Pristupljeno 26. 10. 2022.
- Your Europe (2022): Nutritivna deklaracija. Dostupno na: https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/food-labelling/nutrition-declaration/index_hr.htm. Pristupljeno: 10. 11. 2022.
- Živjeti zdravo (n.d.): Jamstveni žig Živjeti zdravo. Dostupno na: <https://zivjetizdravo.eu/o-projektu-jamstveni-zig/>. Pristupljeno: 10. 11. 2022.

Bilješka o autorici

Greta Krešić redovita je profesorica u trajnom izboru i voditeljica Katedre za hranu i prehranu na Fakultetu za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Sveučilišta u Rijeci.

Diplomirala je (1997.), magistrirala (2001.) i doktorirala (2005.) na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, u području prehrambene tehnologije i nutricionizma. Po završetku studija godinu dana radi u prehrambenoj industriji kao tehnolog u proizvodnji i kontroli kvalitete. Od 1998. godine kontinuirano je zaposlena na Fakultetu za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu Sveučilišta u Rijeci. Na matičnoj instituciji u razdoblju od 2012. do 2014. bila je pomoćnica Dekana za Studijski centar Zabok. Od 2014. do 2020. obnašala je funkciju prodekanice za nastavu.

Na Fakultetu za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu aktivno je uključena u izvođenje nastave od 1998. godine, s izborima u znanstvenom području biotehničkih znanosti, polje nutricionizam, najprije kao suradnica, a zatim kao nositeljica predmeta na prijediplomskom, diplomskom i doktorskom studiju. Aktivno je uključena i u izvođenje programa cjeloživotnog učenja. Od 2015. godine kao vanjska suradnica sudjeluje i u izvođenju nastave na diplomskom studiju *Klinički nutricionizam* Fakulteta zdravstvenih studija Sveučilišta u Rijeci.

Prof. dr. sc. Greta Krešić prije ove knjige objavila je jedan sveučilišni udžbenik samostalno (*Trendovi u prehrani*) te jedan u koautorstvu (*Procesi konzerviranja hrane – novi postupci*). Bila je recenzentica četiriju sveučilišnih udžbenika, tri studijska programa te tri programa cjeloživotnog učenja.

Kao istraživačica, prof. dr. sc. Greta Krešić sudjelovala je na pet nacionalnih kompetitivnih znanstvenih projekata te na dva europska projekta. Sudjelovala je na brojnim znanstvenim skupovima, a na 8 znanstvenih skupova bila je članica znanstvenoga ili organizacijskoga odbora. Članica je uredništva časopisa *Croatian Journal of Food Technology, Biotechnology and Nutrition*, *Croatian Journal of Food Science and Technology*, *Tourism and Hospitality Management* te znanstveno-stručnog časopisa *Hrana u službi zdravlja*. Kontinuirano djeluje kao recenzentica za eminentne znanstvene i stručne časopise.

Dobitnica je godišnje nagrade mladim znanstvenicima „Vera Johanides“, koju dodjeljuje Hrvatska akademija tehničkih znanosti (2009.) te nagrade za nastavnu izvrsnost Sveučilišta u Rijeci (za akademsku godinu 2018./2019.).

Tri puta dobila je priznanje za ostvareno prvo mjesto prema kriterijima znanstvene izvrsnosti u kategoriji djelatnika u znanstveno-nastavnom zvanju Fakulteta za menadžment u turizmu i ugostiteljstvu (za 2020., 2021. i 2022. godinu).

Poveznice na znanstvenu bibliografiju:

Google scholar: https://scholar.google.com/citations?user=daL_MwkAAAAJ&hl=hr

CroRIS: <https://www.croris.hr/crosbi/searchByContext/2/4631>

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3432-2687>

Izvori fotografija poglavlja

Naslovna fotografija: Freepik. Dostupno na: https://www.freepik.com/premium-photo/white-plate-with-salad-floating-air-ingredients-olives-lettuce-onion-tomato-mozzarella-cheese-parsley-basil-olive-oil_6979856.htm. (Pristupljeno 16.8.2023.)

1. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/nyZOvAuVWbA>. (Pristupljeno 16.8.2023.)
2. Unsplash. Dostupno na: https://unsplash.com/photos/t_A3VdgKq1k. (Pristupljeno 16.8.2023.)
3. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/FVikKhvhnKE>. (Pristupljeno 16.8.2023.)
4. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/QXSvbDkiJmY>. (Pristupljeno 16.8.2023.)
5. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/Juvw-a-Rvvl>. (Pristupljeno 16.8.2023.)
6. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/Y3AqmbmtLQI> i <https://unsplash.com/photos/B43a-FPxYqU>. (Pristupljeno 16.8.2023.)
7. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/lhOamKjNwwl>. (Pristupljeno 16.8.2023.)
8. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/1MqDCpA-2hU>. (Pristupljeno 16.8.2023.)
9. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/1hKZ0A182Bk>. (Pristupljeno 16.8.2023.)
10. Freepik. Dostupno na: https://www.freepik.com/premium-ai-image/various-raw-lamb-neck-skewers-accompanied-by-rosemary-ai-generated_51592125.htm. (Pristupljeno 16.8.2023.)
11. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/sEqo82gbhUY>. (Pristupljeno 16.8.2023.)
12. Freepik. Dostupno na: https://www.freepik.com/free-photo/milk-products_9078497.htm. (Pristupljeno 16.8.2023.)
13. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/elzzzwtkBjU>. (Pristupljeno 16.8.2023.)
14. Unsplash. Dostupno na: <https://unsplash.com/photos/dsT5LGzEuzE>. (Pristupljeno 16.8.2023.)

ISBN 978-953-7842-58-1

