



Nataša Kilibarda

Osnove tehnologije životnih namirnica

Beograd, 2021.

UNIVERZITET SINGIDUNUM

Nataša Kilibarda

OSNOVE TEHNOLOGIJE ŽIVOTNIH NAMIRNICA

PRVO IZDANJE

Beograd, 2021.

OSNOVE TEHNOLOGIJE ŽIVOTNIH NAMIRNICA

Autor:

dr Nataša Kilibarda

Recenzenti

Prof. dr Svetlana Stanišić

Prof. dr Milan Ž. Baltić

Izdavač:

Univerzitet Singidunum

Danijelova 32

www.singidunum.ac.rs

Za izdavača:

dr Milovan Stanišić

Priprema za štampu:

Miloš Višnjić

Dizajn korica:

Aleksandar Mihajlović, MA

Godina izdanja:

2021.

Tiraž:

1000

Štampa:

Caligraph, Beograd

ISBN: 978-86-7912-767-9

Copyright:

© 2021. Univerzitet Singidunum

Izdavač zadržava sva prava.

Reprodukcija pojedinih delova ili celine ove publikacije nije dozvoljena.

SADRŽAJ

PREDGOVOR

XVI

PRVI DEO

1. Poglavlje

UVOD U TEHNOLOGIJU ŽIVOTNIH NAMIRNICA

3

1. Kratka istorija prerade hrane	4
2. Podela hrane	8
3. Svojstva i sastav hrane	12
3.1. Ugljeni hidrati	13
3.2. Proteini	20
3.3. Lipidi	25
3.4. Voda	33
3.5. Mikronutrijenti	35

2. Poglavlje

KVALITET HRANE

45

1. Definicija kvaliteta hrane	46
2. Fizičke i fizičko-hemijske karakteristike hrane	48
3. Senzorske karakteristike hrane	49
4. Ocena kvaliteta hrane	50
4.1. Senzorska analiza hrane	51
5. Promene kvaliteta hrane	55
5.1. Kvarenje hrane	56

3. Poglavlje MIKROBIOLOGIJA HRANE 67

1. Mikroorganizmi i hrana	68
1.1. Bakterije	70
1.2. Gljivice	72
1.3. Virusi	74
2. Faktori koji utiču na rast mikroorganizama u hrani	75
2.1. Mikrobiološki rast	75
2.2. Faktori koji utiču na rast mikroorganizama u hrani	76
3. Prediktivna mikrobiologija hrane	88

4. Poglavlje KONZERVISANJE HRANE 93

1. Fizičke metode konzervisanja hrane	95
1.1. Konzervisanje primenom niskih temperatura	95
1.2. Konzervisanje primenom visokih temperatura	99
1.3. Konzervisanje uparavanjem i sušenjem	102
1.4. Konzervisanje jonizujućim zračenjem	104
1.5. Konzervisanje pakovanjem hrane u vakuumu	106
1.6. Ostale fizičke metode konzervisanja	107
2. Hemijske metode konzervisanja hrane	109
2.1. Konzervisanje soljenjem i salamurenjem	109
2.2. Konzervisanje dimljenjem	111
2.3. Konzervisanje pakovanjem u modifikovanoj atmosferi	112
2.4. Konzervisanje primenom konzervansa	114
3. Konzervisanje primenom bioloških metoda	116
4. Tehnologija prepreka („hurdle“ technology)	119

DRUGI DEO

5. Poglavlje

MESO I PROIZVODI OD MESA 127

1. Meso	128
1.1. Pojam mesa	128
1.2. Potrošnja mesa	129
1.3. Građa mesa	130
1.4. Hemijski sastav mesa	132
1.5. Promene u mesu nakon klanja	136
1.6. Osobine mesa	137
1.7. Promene mesa prilikom termičke obrade	139
1.8. Ostali jestivi delovi životinja za klanje	140
1.9. Kvalitet mesa domaćih papkara i kopitara	140
1.10. Kvalitet mesa živine	144
1.11. Kvalitet mesa divljači	145
1.12. Kvarenje mesa	146
2. Kvalitet usitnjenog mesa	147
3. Kvalitet poluproizvoda od mesa	147
4. Kvalitet proizvoda od mesa	149
4.1. Fermentisane kobasice	152
4.2. Suvomesnati proizvodi	154
4.3. Toplotom obrađene sušene kobasice	155
4.4. Dimljeni proizvodi od mesa	155
4.5. Barene kobasice	156
4.6. Kuvane kobasice	157
4.7. Jela od mesa	158
4.8. Konzerve od mesa	159
4.9. Slanina	159
4.10. Mast i čvarci	160

6. Poglavlje	
MLEKO I PROIZVODI OD MLEKA	165
1. Mleko	166
1.1. Sastav mleka	167
1.2. Osobine mleka	174
2. Proizvodi od mleka	175
2.1. Termički obrađeno mleko - pasterizovano i sterilizovano mleko	176
2.2. Koncentrovani proizvodi od mleka	177
2.3. Fermentisani proizvodi od mleka	178
2.4. Proizvodi sa povećanim sadržajem masti	183
2.5. Sir	185
2.6. Klasifikacija sireva	188
2.7. Surutka	194
2.8. Mlečni napici, mlečni deserti i zamrznuti deserti	195
2.9. Ostali proizvodi od mleka	196
7. Poglavlje	
RIBA I PROIZVODI OD RIBE I PLODOVI VODA	201
1. Riba	202
1.1. Sastav i svojstva ribljeg mesa	202
1.2. Podela riba	206
1.3. Ulov, proizvodnja, namena, promet i potrošnja ribe	207
1.4. Procena kvaliteta ribe	209
2. Proizvodi od ribe	210
3. Plodovi voda	213

3.1. Mekušci	213
3.2. Zglavkari	214
3.3. Glavonošci	214

8. Poglavlje

JAJA I PROIZVODI OD JAJA

219

1. Jaja	220
1.1. Građa i sastav jaja	220
1.2. Kvalitet jaja	223
1.3. Obrada i konzervisanje jaja	226
1.4. Bezbednost jaja	227
2. Proizvodi od jaja	228

9. Poglavlje

MASTI I ULJA

235

1. Životinjske masti	236
2. Biljne masti i ulja	237
2.1. Biljna ulja	237
2.2. Biljne masti	239
3. Proizvedene masti (margarini, hidrogenizovane biljne masti)	240
3.1. Margarin	241
3.2. Majonez i srodni proizvodi	241
4. Osobine masti i ulja	242
5. Kvarenje masti i ulja	245
6. Promene masti i ulja u toku termičke obrade	246
7. Zamene za masti i ulja u hrani	247

10. Poglavlje

MED I PROIZVODI OD MEDA

255

1. Med	255
1.1. Hemijski sastav meda	256
1.2. Podela meda	258
2. Proizvodi od meda	259

TREĆI DEO

11. Poglavlje

ŽITA I NJIHOVI PROIZVODI

265

1. Građa i sastav zrna žita	266
1.1. Građa zrna žita	266
1.2. Hemijski sastav žita	268
2. Vrste žita	271
2.1. Pšenica	271
2.2. Raž	272
2.3. Ječam	272
2.4. Pirinač	273
2.5. Ovas ili zob	274
2.6. Kukuruz	275
2.7. Proso	275
2.8. Sirak	276
2.9. Spelta	276

2.10. Heljda	276
2.11. Kinoa	277
2.12. Amarant	277
2.13. Triticale	277
3. Skladištenje žita	278
4. Proizvodi prerade žita	279
4.1. Oljušteni proizvodi od žita	279
4.2. Mlinski proizvodi	280
4.3. Gotovi proizvodi od žita	287
4.4. Testenine i srodni proizvodi	289
4.5. Pekarski proizvodi	290
4.6. Ostali pekarski proizvodi	295
4.7. Testo i proizvodi od testa	296
4.8. Snek proizvodi	296
4.9. Poslastičarski proizvodi	298

12. Poglavlje

KONDITORSKI PROIZVODI

305

1. Keks i proizvodi srodni keksu	306
2. Kakao i čokoladni proizvodi	308
3. Bombonski proizvodi, proizvodi slični čokoladi i krem proizvodi	310

13. Poglavlje	
VOĆE I POVRĆE	317
1. Građa voća i povrća	318
2. Hemijski sastav voća i povrća	319
2.1. Ugljeni hidrati	319
2.2. Proteini	320
2.3. Mast	320
2.4. Vitamini	320
2.5. Minerali	320
2.6. Voda	321
2.7. Fitohemikalije	322
2.8. Organske kiseline	322
2.9. Pritisak biljke	322
2.10. Pigmenti	323
2.11. Tanini	326
2.12. Jedinjenja ukusa	327
3. Zrelost voća i povrća	328
4. Klasifikacija voća	329
4.1. Jabučasto voće	330
4.2. Koštičavo voće	331
4.3. Jagodasto-bobičasto voće	332
4.4. Jezgrasto ili orašasto voće	332
4.5. Agrumi ili citrusi	333
4.6. Južno, egzotično ili tropsko voće	333
5. Proizvodi od voća	334
5.1. Polupreradeni proizvodi od voća	334

5.2. Gotovi proizvodi od voća	335
5.3. Voćni sokovi	337
6. Klasifikacija povrća	340
6.1. Plodasto povrće	341
6.2. Korenasto i krtolasto povrće	342
6.3. Mahunasto povrće - leguminoze	345
6.4. Lukovičasto povrće	346
6.5. Lisnato, cvetasto i glavičasto povrće	347
7. Proizvodi od povrća	348

14. Poglavlje GLJIVE - PEČURK 355

15. Poglavlje ŠEĆERI I ZEMENE ZA ŠEĆER 363

1. Šećer, šećeri i šećerni sirupi	363
1.1. Šećer	363
1.2. Šećeri	365
1.3. Šećerni sirupi	365
2. Zamene za šećer	367
2.1. Šećerni alkoholi	367
2.2. Nenutritivni i neenergetski zaslađivači	368
2.3. Novi zaslađivači	368

16. Poglavlje	
ZAČINI	373
17. Poglavlje	
SREDSTVA ZA UŽIVANJE	381
1. Kafa	381
1.1. Tehnološki proces proizvodnje pržene, mlevene kafe	383
1.2. Sastav i kvalitet kafe	384
1.3. Vrste napitaka od kafe i metode pripreme	385
2. Čaj	387
2.1. Pravi čaj	387
2.2. Biljni, voćni i aromatizovani čajevi	389
18. Poglavlje	
BEZALKOHOLNA PIĆA	395
19. Poglavlje	
ALKOHOLNA PIĆA	403
1. Vino	404
1.1. Mehanički sastav grožđa	404
1.2. Sorte grožđa i kvalitet vina	405
1.3. Vrste vina	406

1.4. Osnovne faze u proizvodnji vina	407
1.5. Proizvodnja belih vina	408
1.6. Proizvodnja crvenih vina	412
1.7. Proizvodnja ružičastih vina	414
1.8. Sazrevanje i starenje vina	414
1.9. Pretakanja i nega vina	415
1.10. Priprema vina za flaširanje	416
1.11. Flaširanje vina	417
1.12. Specijalna vina	418
1.13. Aromatizovana vina	420
1.14. Vino za destilaciju	420
1.15. Služenje vina	421
2. Pivo	422
2.1. Osnovne sirovine u proizvodnji piva	422
2.2. Tehnološki proces proizvodnje piva	423
2.3. Serviranje piva	428
3. Jaka alkoholna pića	429
3.1. Rakije od voća i grožđa – osnovne faze proizvodnje	429
3.2. Druga jaka alkoholna pića proizvedena alkoholnom fermentacijom i destilacijom	435
3.3. Ostala jaka alkoholna pića	436
LITERATURA	441



PREDGOVOR

Kao što im samo ime kaže, životne namirnice su od egzistencijalne važnosti za čoveka. Od kad postoji, čovek je preokupiran pribavljanjem onoga što služi zadovoljavanju potrebe za hranom. Iz te potrebe, proistekla su i prva zanimanja ljudi – skupljanje plodova, lov i ribolov. Sama reč „namirnica“ potiče od glagola „namiriti“ koji znači nadoknaditi, obešteti, zadovoljiti, nahraniti (namiriti dug, namiriti stoku). Atribut „životna“ uz imenicu „namirnica“ govori da se radi o namirnici kojom se zadovoljava potreba od životnog značaja. Prema teoriji hijerarhije potreba, potreba za hranom spada u grupu elementarnih (fizioloških) potreba - potreba za fizičkim opstankom. To su one potrebe koje se prioritarno zadovoljavaju, i tek kada su one zadovoljene, aktiviraju se potrebe višeg nivoa (potrebe za bezbednošću, potrebe za pripadanjem, potrebe za uživanjem i potrebe za samopotvrđivanjem). Značaj tehnologije životnih namirnica proističe upravo iz uloge i značaja koje one (životne namirnice) imaju u zadovoljavanju tih elementarnih potreba, kao preduslova za aktiviranje i zadovoljavanje potreba/motiva viših hijerarhijskih nivoa.

Prvobitne životne namirnice u čovekovo ishrani bili su sakupljeni plodovi ili drugi delovi samoniklih biljaka i sirovo meso ulovljenih životinja. Razvoj tehnologije životnih namirnica počeo je praktično onog trenutka kada je čovek uočio da pečeno meso, osim što utoljava glad, svojim prijatnijim mirisom i ukusom, pruža dodatno zadovoljstvo, kao i to, da čuvanjem osušenih plodova određenih biljaka, može da obezbedi rezerve hrane za vreme kada mu je ona u sirovom stanju nedostupna. Sve od tada, pa do današnjih dana, traje nastojanje da se usavršavaju od ranije poznati i pronalaze novi postupci i sredstva za dobijanje dovoljnih količina životnih namirnica koje zadovoljavaju odgovarajuće zdravstvene i gastronomske standarde kvaliteta hrane i pića; koje svojim izgledom, ukusom i mirisom ispunjavaju očekivanja potrošača i čija proizvodnja, čuvanje i promet predstavljaju društveno prihvatljivu i ekonomski isplativu delatnost.

Razumljivo je da pronalaženje takvih tehnoloških rešenja podrazumeva stalnu „komunikaciju“ i međusobno uvažavanje iskustvenih i teorijskih saznanja iz oblasti nauke o hrani i tehnologije hrane kao jedne od njenih naučnih disciplina. Bez tog uzajamnog podsticanja i podupiranja, praksa bi duže robovala neadekvatnim rešenjima, a teorija bi bila uskraćena za jedan od ključnih kriterijuma svoje istinitosti - kriterijuma praktične primenljivosti novih naučna saznanja.

Ako je tačno stanovište da je „praksa bez teorije slepa, a teorija bez prakse jalova“, neminovno je da se u prezentovanju osnovnih pokazatelja aktuelnog stanja tehnologije hrane, podjednako imaju u vidu oba njena aspekta – naučno-teorijski i praktični. Pri tome se svakako mora imati u vidu da, niti praksa niti nauka koja je proučava i koja svojim otkrićima treba da joj „osvetljava put“, ma koliko da su uznapredovale u svom razvoju, nisu rekle „poslednju reč“ u vezi sa mnogim pitanjima. Zato, svakoj literaturi koja „pokriva“ područja dinamičnog razvoja, redovno predstoji dodatno „isčitavanje“ i dorada, po meri pristizanja novih naučnih saznanja i provere njihove primenljivosti u praksi. U skladu s tim, logično je da, i pored relativno bogate literature iz pojedinih oblasti tehnologije hrane, postoji potreba za novim naslovima posvećenim sličnoj ili istoj problematici, ali sa inoviranim interpretacijama relevantnih iskustvenih i naučnih saznanja, i didaktičkim oblikovanjem primerenim obrazovnim potrebama određenih kategorija čitalaca.

Udžbenik „Osnove tehnologije životnih namirnica“ rezultat je uvažavanja navedenih okolnosti i konkretnih zahteva obrazovne prakse namenjene osposobljavanju kadrova za rad u oblasti ugostiteljstva i sa njim povezanim profesionalnim delatnostima. Sadržaj i obim udžbenika prilagođeni su nastavnom programu za predmet „Osnove tehnologije životnih namirnica.“ koji se izučava na Fakultetu za turistički i hotelijerski menadžment Univerziteta Singidunum.

Udžbenik je prvenstveno namenjen studentima četvrte godine izborne opcije Ekonomije hrane, Fakulteta za turistički i hotelijerski menadžment, kao osnovna literatura za predmet „Osnove tehnologije životnih namirnica“, ali i studentima master akademskih studija, kao i svima koji žele da se informišu o teorijskim osnovama, praktičnim rešenjima i određenim formalno-pravnim aspektima tehnologije životnih namirnica. Podaci o tehnološkim postupcima proizvodnje, konzervisanja i čuvanja različitih vrsta hrane, kao i kriterijumima za ocenu kvaliteta gotovih proizvoda mogu biti koristan podsetnik za pravilno postupanje u procesu profesionalno-radnog angažovanja u oblasti prehrambene industrije i ugostiteljstva, ali i korisno uputstvo pri donošenju odluka u vezi sa konzumiranjem određenih vrsta hrane.

Koristim se ovom prilikom da izrazim veliku zahvalnost recenzentima prof. dr Svetlani Stanišić i prof. dr Milanu Ž. Baltiću koji su mi, upućivanjem na adekvatne izvore i davanjem korektnih primedbi i sugestija, pomogli pri kreiranju strukture udžbenika i konačnom oblikovanju njegovog sadržaja.

Nataša Kilibarda

Prvi deo
1. POGLAVLJE

UVOD U TEHNOLOGIJU ŽIVOTNIH NAMIRNICA

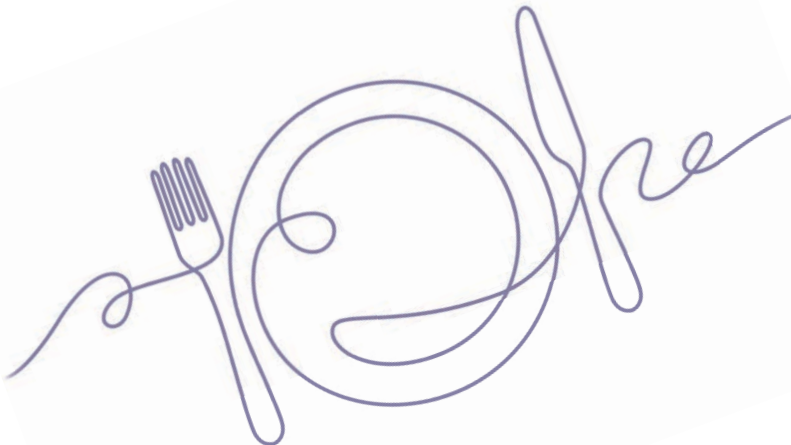


UVOD U TEHNOLOGIJU ŽIVOTNIH NAMIRNICA

Nauka o hrani (*Food Science*) je prirodna nauka koja se bavi proučavanju hrane. Ona se može definisati kao primena osnovnih nauka (biološke, fizičke, hemijske) i inženjerstva u cilju proučavanja fizičke, hemijske i biohemijske prirode hrane, uzroka koji dovode do njenog kvarenja, kao i principa prerade i poboljšavanja kvaliteta hrane u smislu zadovoljavanja zahteva potrošača.

Tehnologija hrane kao deo nauke o hrani je naučna disciplina koja proučava procese u toku kojih se hrana proizvodi, prerađuje i pakuje, ali i procese tokom distribucije, skladištenja, deklarisanja i upotrebe hrane. Istraživanja u oblasti tehnologije hrane usmerena su na razvoj novih prehrambenih proizvoda, osmišljavanje procesa proizvodnje hrane i izbor ambalažnog materijala u skladu sa zahtevima održivosti kvaliteta proizvoda. To, pored tehnika senzorskog ocenjivanja, podrazumeva odgovarajuća mikrobiološka i hemijska ispitivanja u cilju utvrđivanja sastava hrane, biohemijskih procesa koji se odvijaju tokom svih faza proizvodnje hrane, kao i utvrđivanja prisustva poželjne i nepoželjne mikroflore i određivanja nutritivno-prehrambenih svojstva hrane (sadržaj pojedinih hranljivih materija).

Poznavanje sastojaka hrane i njihovih osobina od presudne su važnosti za razumevanje nauke o hrani, pa samim tim i tehnologije hrane. Shodno tome, u ovom poglavlju opisana su opšta svojstva najvažnijih sastojaka hrane, kao i to kako se poznavanje tih svojstava koristi u tehnologiji hrane radi dobijanja prehrambenog artikla koji će zadovoljiti zahteve savremenog potrošača.



1. KRATKA ISTORIJA PRERADE HRANE

Arheološki nalazi svedoče o tome da je prvi vid prerade hrane u ljudskoj istoriji bilo sušenje i termičko obrađivanje mesa, korenastog voća i povrća, korišćenjem vatre na otvorenim ložištima. Čovek je najpre to činio radi postizanja boljeg ukusa te hrane, a ne da bi je konzervisao, odnosno produžio rok upotrebe, jer, zbog tadašnjeg načina života, ona mu i nije bila potrebna na duži vremenski period. Jednostavno, hranu je konzumirao na mestu gde je i kada je uspeo da do nje dođe, ne ostavljajući je za kasnije.

Postepeni razvoj poljoprivrede doveo je do toga da je čoveku postalo neophodno skladištenje i konzervisanje hrane na duži period. Egipćani su, u periodu od 3.000 do 1.500 godina pre nove ere (p.n.e.). razvili pojedine tehnike prerade hrane, kao što su: sušenje ribe i živinskog mesa na suncu, proizvodnja alkoholnih pića fermentacijom, mlevenje žita, kao i spravljanje hleba od kiselog testa, pečenjem u pećnici. Pastirski narodi sa Srednjeg istoka vremenom su usvajali ove tehnike prerade hrane, da bi joj poboljšali kvalitet i/ili da bi je sačuvali je za neki naredni period kada se ona nije mogla naći u prirodi u dovoljnim količinama.

Tokom narednih hiljadu godina razvile su se slične prehrambene tehnologije nezavisno jedne od drugih, sa varijacijama zbog razlika u klimi, usevima ili prehrambenim navikama. Tako, na primer, u Kini se pripremao tofu (sir od soje), prženi i sušeni proso i sušena govedina. U Japanu se pripremalo pirinčano vino (saki); soja se koristila za pripremanje jela miso (sojina pasta), dok se za očuvanje hrane koristila so dobijena od sušenih morskih algi. U Evropi su prve vodenice za brašno i prve komercijalne pekare razvili Rimljani, a u Indiji je (100 godina p. n. e) razvijena proizvodnja šećera od trske.

U prvom milenijumu nove ere, prvo su putnici, a zatim i trgovci počeli su da razmenjuju hranu širom sveta. Na primer, 400. godine Vandali su u južnu Evropu doneli maslac koji je počeo da zamenjuje naširoko korišćeno maslinovo ulje. Do 600. godine jevrejski trgovci uspostavili su trgovinu začinima sa Istoka. Tehnološki razvoj tokom ovog perioda uključuje upotrebu maltoze iz isključivih zrna žita i to u svojstvu zaslađivača, zatim pripremanje kumisa od fermentisanog mleka kobilica i alesa koji se dobijao od fermentisanog prosa. Oko 700. godine u Kini je napisan prvi zakon kojim su uspostavljeni propisi za proizvodnju mlečnih proizvoda i konzervisanje hrane.

Tokom drugog milenijuma trgovina hranom i razmena različitih tehnologija naglo se širi. Osim značajnih naučnih pronalazaka, tome su znatno doprineli i brojni vojni pohodi i kolonijalna osvajanja. Na primer, 1148. godine vitezovi

koji su se vraćali iz Drugog krstaškog rata doneli su u Britaniju šećer sa Bliskog Istoka; Marko Polo doneo je pastu iz Kine; Portugalci su (1.500. godine) doneli karanfilčiće iz Istočne Indije, koji su korišćeni raznim sosevima, ali i za prikrivanje ukusa i mirisa pokvarenog mesa. Španski osvajači su sa američkog tla doneli hranu koja do tada nikad nije bila prisutna u Evropi (avokado, papaja, paradajz, kakao, vanila, pasulj, krompir).

U zemljama sa umerenom klimom razvijene su tehnike obrade hrane koje su omogućile da ona bude dostupna za konzumiranje i tokom zimskih meseci. Tako se u postupke konzervisanja hrane uključuju soljenje i dimljenje mesa i ribe; fermentacija za proizvodnju sirćeta koje je korišćeno za očuvanje mesa i povrća, kao i ukuvavanje voća i povrća radi smanjenja sadržaja vlage u njima i proizvodnju džemova. *Francis Bacon* je 1626. godine objavio svoje ideje o zamrzavanju pilića tako što bi se punili snegom. Inače, ideja o izlaganju hrane niskim temperaturama radi poboljšanja njenog kvaliteta i produžetka roka trajanja potiče još od Rimljana koji su koristili led sa planina za hlađenje voća i povrća.

Značajan momenat u razvoju tehnologije hrane predstavlja razvoj mehaničke opreme za obradu sirovina, korišćenjem snage vode i vetra i snage životinja, čime je znatno skraćeno vreme neophodno za proces proizvodnje hrane. Istovremeno, uz često samo minimalne varijacije u sirovinama ili metodama prerade, došlo je do proizvodnje mnoštva karakterističnih lokalnih vrsta hrane, kao što su različite vrste sireva, piva, vina i hleba. Interesantno je da se, u cilju očuvanja izvornih karakteristika pojedinih prehrambenih proizvoda, oni i dalje dobijaju korišćenjem postupaka starih više decenija, pa i više vekova.

Razvoj gradova značajno je uticao na razvoj tehnoloških postupaka za produžetak roka trajanja hrane, kako bi se omogućilo da ona (hrana) sačuva svoj kvalitet tokom transporta od mesta proizvodnje (seoskih područja) do potrošača (gradskog stanovništva). Dodatni podsticaj trgovini hranom na širim područjima, a time i podsticaj promeni prehrambenih navika (kulture ishrane) ljudi, pa i razvoju tehnologije hrane, dala je trgovina robovima koja je doživela svoj procvat u periodu od 1600. do 1700. godine. Pri povratku u Afriku, brodovi koji su „isporučivali“ robove u Brazilu doneli su iz „Novog sveta“ kukuruz, slatki krompir, kikiriki i pasulj. S druge strane, u Evropu je iz zapadne Afrike stigao kakao, tako da je 1725. godine počela sa radom prva fabrika čokolade u Velikoj Britaniji. U to vreme, u Masačusetu, u Sjedinjenim Američkim Državama, više od 60 destilerija proizvodilo je rum. Rum je obezbedio kapital potreban za kupovinu Afričkih robova koji su potom prodavani uzgajivačima šećera u Zapadnoj Indiji.

Slična cirkularna trgovina postojala je između Velike Britanije, Amerike, Afrike, Kariba i Latinske Amerike.

Ipak, sve do kraja 18. veka procesi proizvodnje hrane i dalje su se zasnivali na zanatskim veštinama i iskustvu koje se prenosilo s generacije na generaciju. Tek krajem 18. veka dolazi do primene prvih naučnih otkrića u procese prerade hrane. Tako je hlor počeo da se koristi za prečišćavanje vode, a limunska kiselina za poboljšanje ukusa i očuvanje hrane. Na zahtev Napoleona (1804. godine), napravljena je prva konzerva. Naime, Napoleon je ponudio nagradu od 12.000 franaka za pronalazak koji bi omogućio da se vojska opskrbi hranom koja bi bila dugo održiva - bez opasnosti da se pokvari. Konzerva koja je nudila rešenje tog problema bila je izum francuskog pivničara i vinara Nicolas-a Appert-a.

U 19. veku ubrzao se tempo naučnih istraživanja, a samim tim i tehnološki napredak u preradi hrane. U Britaniji je (1810. godine) usvojen prvi patent za limenu posudu od čelika, a 1849. počela je industrijska izrada konzervi. Nešto kasnije, 1875. godine, usledio je još jedan tehnološki napredak od značaja za produženje održivosti hrane – osvojena je proizvodnja rashladnog uređaja. Pasterizaciju, kao postupak termičke obrade hrane u cilju duže održivosti i eliminacije bioloških opasnosti u hrani, otkrio je i razvio francuski hemičar i mikrobiolog Luj Paster (*Louis Pasteur*), 1862. godine.

Početak dvadesetog veka označio je početak razvoja prehrambene industrije kakvu sada znamo. Na primer, "instant" kafa je prvi put proizvedena 1901. godine; patent za hidrogenizaciju masti i ulja objavljen je 1903; celofan kao ambalaža za pakovanje hrane patentiran je u Francuskoj 1908. godine. Iste godine izolovan je iz morskih algi pojačivač ukusa, mononatrijum-glutamat. Godine 1923. proizvedena je dekstroza iz kukuruza koja je naširoko počela da se koristi u pekarskim proizvodima i u proizvodnji pića i konditora.

Pronalazak električne energije podstaklo je razvoj opreme specijalizovane za primenu u prehrambenoj industriji. Na primer, 1918. godine kompanija Hobart razvila je prvu električnu mešalicu za testo, električne sekače za hranu i mašine za krompir. Većina prerađene hrane u to vreme je bila takva da je podrazumevala dalju pripremu, bilo kod kuće ili u ugostiteljskim objektima. Posle Drugog svetskog rata počinje proizvodnja gotovih jela, užina i proizvoda spremnih za konzumiranje. Od 1950. godine, pa sve do danas, predmeti iz oblasti nauke o hrani i tehnologiji hrane predaju se na Univerzitetima širom sveta; rezultati istraživanja sve brže nalaze primenu u razvoju novih tehnologija, što za rezultat ima pojavu na hiljade novih proizvoda svake godine.

Ciljevi prehrambene industrije danas, kao i ranije, višestruki su. Pre svega, cilj je produžiti vremenski period tokom kojeg hrana ostaje bezbedna i kvalitetna za potrošače; povećati raznovrsnost u ishrani, pružajući nove poželjne senzorske karakteristike hrane; poboljšati sadržaj hranljivih materija u hrani i istovremeno

povećati profit od prodaje hrane. Kada je reč o tržištu hrane u razvijenim zemljama, evidentno je da raste potražnja za hranom koja je u što većoj meri zadržala svoja originalna svojstva, odnosno za „prirodnom“ ili organskom hranom. Savremeni trendovi u ishrani diktiraju proizvodnju hrane sa što manje masti, sa niskim sadržajem soli, bez šećera i sa što manje veštačkih aditiva. Funkcionalna hrana, posebno hrana koja sadrži probiotske mikroorganizme, predmet je sve većeg interesovanja potrošača. Sve to podstiče „osvajanje“ novih postupaka prerade hrane koji ne dovode do značajnih promena u sastojcima hranljivih materija u hrani i ne menjaju njene senzorske osobine, tako da gotov proizvod zadrži što više originalnih osobina.

2. PODELA HRANE

Prema zakonskim odredbama, hranom se smatra svaka supstanca ili proizvod, prerađena, delimično prerađena ili neprerađena, a namenjena je za ishranu ljudi ili se opravdano može očekivati da će se koristiti za ljudsku ishranu. U hemijskom smislu, hrana je kombinacija hranljivih materija i veoma je bitno da su u ishrani zastupljene različite vrste hrane u odgovarajućim odnosima. To je neophodno zbog toga što jedna vrsta hrane, bilo o kojoj da je reč, ne može (bar za sada) da zadovolji sve potrebe organizma za različitim hranljivim materijama.

Termini „namirnica“ i „hrana“ nemaju u svim zemljama (jezicima) isto značenje. Prema našim propisima, između njih ne postoji razlika. Reč hrana i reč namirnica koriste se ravnopravno, sa istim značenjem. U engleskoj terminologiji postoje termini „*food*“ (hrana) i „*foodstuff*“ (namirnice). U duhu srpskog jezika, termin „*food*“ može se definisati kao ono što se konzumira (na primer, sladoled), dok bi se termin „*foodstuff*“ mogao definisati kao sve ono što bi se moglo koristiti za jelo, ali se kao takvo ne može konzumirati (biber, na primer).

Postoje brojne podele hrane. Hrana se može klasifikovati u odnosu na poreklo, održivost, ulogu koju ima u organizmu, zatim na osnovu sadržaja hranljivih materija i prema stepenu obrade (*slika 1*).

Prema poreklu hrana se deli na:

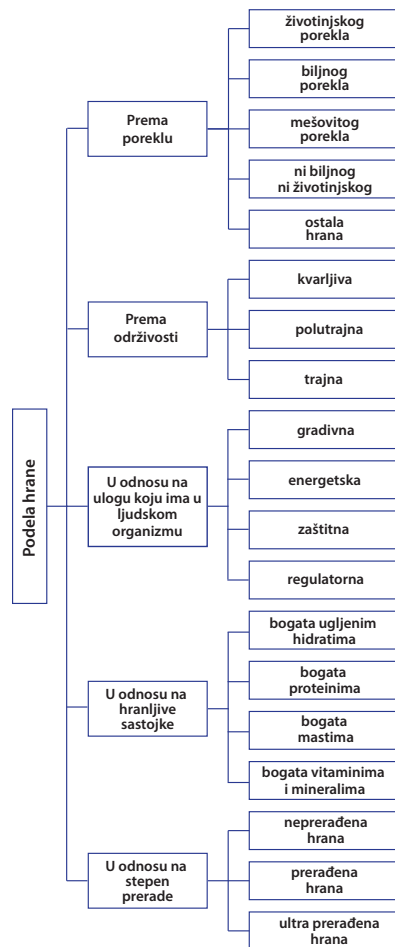
- hranu životinjskog porekla;
- hranu biljnog porekla;
- mešovitu hranu koja sadrži sastojke biljnog i životinjskog porekla;
- hranu ni biljnog, ni životinjskog porekla;
- ostalu hranu (nova hrana, genetički modifikovana hrana).

U odnosu na *održivost*, odnosno *rok trajanja*, hrana se deli na:

- kratkotrajnu (kvarljivu);
- polutrajnu i
- trajnu hranu (hrana koja nije podložna kvarenju).

Kvarenje je proces koji dovodi do promena u hrani koje je čine neprihvatljivom za potrošnju, a samo konzumiranje takve hrane može dovesti i do oboljenja, odnosno bolesti prenosivih hranom. Kvarljiva hrana ima izuzetno kratak rok trajanja (od nekoliko dana do nekoliko nedelja). U ovu kategoriju hrane spadaju: mleko i mlečni proizvodi, meso, jaja, riba i plodovi mora. Polutrajna hrana može se održati duži vremenski period (oko šest meseci), ali samo pod uslovom da se pravilno skladišti. Primer polutrajnih prehrambenih proizvoda su: voće, povrće, sirevi i krompir. Hrana koja pripada kategoriji trajnih proizvoda može se čuvati nekoliko godina. Pasulj, orasi, kikiriki brašno, šećer, sterilisane konzerve od mesa, konzervirano voće i kikiriki maslac su primeri trajnih proizvoda.

Slika 1. Podela hrane



Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Amit i sar. (2017)

Prema *ulogama* koju ima u ljudskom tela, hrana se može podeliti na hranu koja ima:

- gradivnu ulogu;
- energetska ulogu;
- zaštitnu i
- regulatornu ulogu.

Gradivnu ulogu ima hrana bogata proteinima koji ulaze u sastav tkiva. Ta uloga hrane ogleda se u tome što hrana treba da obezbedi rast, razvoj i regeneraciju ćelija i tkiva. Hrana koja ima energetska ulogu u osnovi sadrži ugljene hidrate i lipide. To su takozvana goriva za naše telo. Zaštitna uloga hrane ogleda se u učestvovanju komponenti hrane u funkcionisanju imunskog sistema koji za cilj ima sprečavanje razvoja infekcija. Regulatorna funkcija hrane podrazumeva učešće komponenti hrane u regulaciji pravilnog toka bioloških procesa u organizmu, kao što su metabolizam, rast, regeneracija i reprodukcija. Vitamini, minerali i proteini, ali i biljna vlakna odgovorni za ostvarivanje kako zaštitne, tako i regulatorne funkcije hrane.

U zavisnosti od *hranljive vrednosti*, hrana se može biti:

- bogata ugljenim hidratima;
- hrana bogata proteinima;
- bogata mastima i
- bogata vitaminima i mineralima.

U *tabeli 1* prikazane su različite vrste hrane prema ulogama koje ona ima u organizmu i prema njenoj hranljivoj vrednosti.

Na osnovu *stepena prerade* hrana se može podeliti na tri kategorije:

- neprerađena ili minimalno obrađena hrana (sveže, ohlađeno, zamrznuto, sušeno i u vakuumu pakovano voće i povrće; žita; neslani orašasti plodovi i semenje; sveže, ohlađeno, zamrznuto meso i riba, sveže i pasterizovano mleko, jaja, kafa i čaj itd.);
- sastojci hrane dobijeni obradom u kulinarstvu i/ili prehrambenoj industriji (maslac, mlečni kremovi, zaslađivači, sirove paste, glukozno-fruktozni sirup, konzervansi itd.);
- ultra prerađeni prehrambeni proizvodi (hleb, keks, sladoled, čokolada, proizvodi na bazi žita, čips, proizvodi od mesa, konzerva ribe i dr.).

Tabela 1. Klasifikacija hrane u odnosu na ulogu u organizmu i sastav

Uloga	Izvor
Gradivna uloga, regeneracija tkiva	Mleko, meso, riba, mahunarke, povrće, orašasti plodovi
Energetska uloga	Ulja, maslac, šećer, sušeno voće, žita, skrobna hrana
Regulatorna uloga	Voda, proizvodi od celog zrna žita, meso, povrće i voće
Hranljive materije	
Hrana bogata ugljenim hidratima	Pirinač, pšenica, skrobno povrće
Hrana bogata proteinima	Mleko, meso, riba, jaja i orašasti plodovi
Hrana bogata mastima	Ulja, maslac, žumance
Hrana bogata vitaminima i mineralima	Voće i povrće

Izvor: *Preuzeto i adaptirano iz Amit i sar. (2017)*

3. SVOJSTVA I SASTAV HRANE

Hrana se sastoji uglavnom od hranljivih materija (jestivih biohemikalija) koje vode poreklo od biljaka i životinja. U najširem smislu, hemijski sastojci hrane dele se na neorganske materije (kiseonik, voda, mineralne materije) i organske materije (ugljeni hidrati, proteini, masti, vitamini, enzimi, boje, arome i dr).

Hrana sadrži veliki broj različitih hemijskih jedinjenja, međutim samo je nekoliko desetina hemijskih jedinjenja od najveće važnosti za čoveka. Ova hemijska jedinjenja, odnosno hranljive materije dele se u šest grupa. To su: ugljeni hidrati, proteini, lipidi, voda, vitamini i mineralne materije. Prve četiri grupe su **makronutrijenti**, jer su organizmu potrebne u velikim količinama, dok vitamine i minerale nazivamo **mikronutrijentima**, jer su organizmu potrebni u manjim količinama. Sastojci hrane iz kojih telo nakon njihove razgradnje dobija energiju i potrebne gradivne jedinice su: ugljeni hidrati, masti i belančevine. U zavisnosti od toga koju ulogu imaju u ljudskom organizmu, hranljive materije se dele na: gradivne, energetske i zaštitne.

- gradivne hranjive materije omogućavaju izgradnju organizma, tj. njegov rast i regeneraciju;
- energetske hranjive materije organizmu obezbeđuju energiju potrebnu za obavljanje različitih životnih funkcija;
- zaštitne (protektivne) hranjive materije doprinose očuvanju ljudskog zdravlja.

Poznavanje sastava hrane, njenih hemijskih i hranljivih svojstava i senzorskih karakteristika, kao i poznavanje vrsta mikroorganizama za koje se može očekivati da će u njoj biti prisutni, neophodan je preduslov za razumevanje postupaka koji se primenjuju u cilju očuvanja hrane i poboljšanja njenog kvaliteta. Hemijski sastav hrane relevantan je za sve aspekte tehnologije životnih namirnica, počevši od pogodnosti upotrebljenih sirovina za proizvodnju određenih proizvoda, pa sve do senzorskih karakteristika i nutritivne vrednosti gotove hrane. Razumevanje interakcija između različitih komponenti hrane upravo je ono što omogućava proizvođačima hrane da kreiraju nove proizvode i da kontrolišu njihov senzorski kvalitet tokom prerade i skladištenja, obezbeđujući na taj način proizvodnju hrane ujednačenog i zahtevanog kvaliteta. Jedino na taj način moguće je odgovoriti zahtevima tržišta, ali i zahtevima koji se odnose na bezbednost prehrambenog proizvoda, što je, kada je reč o zdravlju potrošača, zahtev imperativnog karaktera.

Sastav hrane, odnosno način organizovanja njenih osnovnih sastojaka daju svakoj vrsti hrane jedinstvene karakteristike. To su pre svega: struktura, tekstura, ukus, boja i hranljiva vrednost. Tako na primer, punomasno mleko i sveže jabuke imaju približno isti sadržaj vode, ali je mleko u tečnom stanju, a jabuka u čvrstom, upravo zbog načina rasporeda osnovnih sastojaka u njima.

Prethodno je istaknuto da *makronutrijente* (hranljive materije u hrani koje su organizmu potrebne u velikim količinama) čine: ugljeni hidrati, proteini, lipidi i voda.

3.1. UGLJENI HIDRATI

Ugljeni hidrati obuhvataju širok spektar hemijskih jedinjenja ugljenika, vodonika i kiseonika. Oni čine najveći deo suve materije u biljkama gde nastaju u procesu fotosinteze čiji je finalni proizvod skrob koji služi biljkama kao izvor energije. Među najvažnijim vrstama ugljenih hidrata u hrani su šećeri, dekstrini, skrob, celuloza, hemiceluloza, pektini i neke gume. Najjednostavniji oblici ugljenih hidrata su monosaharidi (ili „prosti šećeri“) koji se hemijskim reakcijama ne mogu dalje razgraditi na jednostavnija (prostija) jedinjenja. Ostali ugljeni hidrati su složenije strukture, a to su: disaharidi, trisaharidi, oligosaharidi i polisaharidi.

3.1.1. Šećeri ili monosaharidi

Monosaharidi (šećeri) su najjednostavnija vrsta šećera. Toj grupi šećera pripadaju: **glukoza, manoza, fruktoza i galaktoza**. Svaki od ovih jednostavnih šećera sadrži 6 atoma ugljenika, 12 atoma vodonika i 6 atoma kiseonika, međusobno se razlikuju po položajima kiseonika i vodonika. Te razlike u rasporedu elemenata rezultiraju različitim stepenom rastvorljivosti, slatkoće, brzine fermentacije pod dejstvom mikroorganizama i drugim svojstvima. Glukoze ima mnogo u biljkama, naročito u voću i nekim vrstama povrća. Sastavni je deo složenih ugljenih hidrata kao što su glikogen, saharoza, laktoza, skrob, celuloza i dr.

Fruktoza je šećer koji se nalazi pre svega u voću i slađa je od glukoze i saharoze. Molekul fruktoze i glukoze zajedno čine saharozu (disaharid).

Galaktoza je prost šećer koji ulazi u sastav laktoze, dok se manoza koristi za pravljenje šećernog alkohola manitola koji se koristi kao zamena za šećer u žvakaćim gumama i drugim proizvodima.

Šećerni alkoholi, kao što su **ksilitol**, **sorbitol** i **manitol** nastaju hemijskim reakcijama od prostih šećera. Nalaze se u mnogim plodovima voća, lišću i kori mnogih biljaka. Šećerni alkoholi su slatki, ali ne toliko koliko sladak ukus ima saharoza. Njihova osobina koja ih izdvaja od ostalih šećera jeste to da mikroorganizmi prisutni u usnoj duplji ne mogu da ih razlažu (fermentišu), pa se smatra da ne utiču na nastanak karijesa zuba. Zahvaljujući tome što nisu prepoznati kao faktor propadanja zuba, šećerni alkoholi su našli primenu u gumama za žvakanje i bombonama za osvežavanja daha. Iako proizvodi koji sadrže šećerne alkohole mogu biti označeni kao „bez šećera“, važno je napomenuti da i ovi šećeri nisu bez kalorija, već im je kalorijska vrednost niža od ostalih šećera, odnosno može se reći da nemaju energetske vrednosti, ili tačnije rečeno, njihova energetska vrednost je beznačajna. Naime, oni daju od 1 do 3 kcal/g, za razliku od ostalih ugljenih hidrata čijom razgradnjom nastaje 4 kcal/g energije.¹

3.1.2. Disaharidi

Disaharidi su ugljeni hidrati koji imaju dva povezana monosaharida. Najvažniji predstavnici disaharida koji se nalaze u hrani su **saharoza** (sadrži molekul glukoze i molekul fruktoze) koja se proizvodi iz šećerne trske ili šećerne repe, kao i **laktoza** - mlečni šećer (sadrži molekul galaktoze i molekul glukoze). **Maltoza** nastaje hidrolizom skroba i sadrži dva molekula glukoze. Maltoza ulazi u sastav glikogena i skroba i nastaje iz skroba u toku klijanja žita. Nalazi se još i u proklijalom krompiru i pivu. **Saharoza** (poznata još i kao beli šećer, konzumni ili običan šećer) najrasprostranjeniji je zaslađivač hrane.

3.1.2.1. Neke osobine monosaharida i disaharida

Šećeri kao što su glukoza, fruktoza, maltoza, saharoza i laktoza dele sledeće karakteristike u različitim stepenima:

- sladak ukus je najočiglednija senzorska osobina ovih šećera, zbog čega se koriste kao zaslađivači u mnogim prehrambenim proizvodima. Laktoza (mlečni šećer) je najmanje slatka, dok je fruktoza najsladši šećer;
- rastvorljivi su u vodi i lako mogu formirati sirupe;

¹ Energetska vrednost životnih namirnica zavisi od njihovog hemijskog sastava, izražava se u kilodžulima (kJ) ili kilokalorijama (kcal). Energetska vrednost hrane zasniva se na tome da 1 g proteina daje 4,1 kcal, odnosno 17,1 kJ, 1 g ugljenih hidrata takođe daje 4,1 kcal, odnosno 17,1 kJ, dok 1 g lipida daje 9,3 kcal, odnosno 38,8 kJ (1 kcal jednaka je 4,18 kJ).

- izvor su energije, jer razgradnjom oslobađaju 4 kcal/g;
- mikroorganizmi lako fermentišu (razgrađuju) proste šećere;
- kada se u hrani nalaze u visokoj koncentraciji, sprečavaju rast mikroorganizama, pa se mogu koristiti i kao konzervansi
- prilikom zagrevanja karamelizuju dajući braon boju.
- u reakcijama sa proteinima (*Maillard*-ova reakcija), daju hrani smeđu boju.

Pored ukusa, šećeri daju hrani takozvani osećaj punoće ukusa. Drugim rečima, hrana je viskozija (gušća). Ako su šećeri u hrani zamenjeni veštačkim zaslađivačima intenzivnije slatkoće, kao što su aspartam ili saharin, konzistencija hrane će biti vodenasta. Da bi se to sprečilo, obično se u tim situacijama hrani dodaje neka druga supstanca koja će da upotpuni punoću ukusa i konzistenciju. U tu svrhu koriste se modifikovani škrob ili gume.

3.1.3. Oligosaharidi

Oligosaharidi su ugljeni hidrati izgrađeni od tri do deset jedinica monosaharida. Oni se retko javljaju u prirodi i uglavnom nastaju hidrolizom polisaharida. Primer za to su **rafinosa** (trisaharid) i **stahioza** (tetrasaharid). Ovi oligosaharidi nisu svarljivi u digestivnom traktu čoveka. Nalaze se u mnogim vrstama pasulja. S obzirom da nisu svarljivi, njih u digestivnom traktu razlažu bakterije prisutne u crevima. Tom prilikom stvaraju se gasovi koji kod ljudi prouzrokuju različiti stepen nelagodnosti (naduvenosti).

3.1.4. Polisaharidi

Polisaharidi sadrže više od 20 monosaharidnih jedinica koje mogu biti iste ili različite. Kada je reč o hrani biljnog porekla, najvažniji polisaharidi su **škrob**, **celuloza**, **pektin** i čitav niz guma, kao što su **guar guma**, **ksantan** i **karagenan**. Najvažniji polisaharid u hrani životinjskog porekla je glikogen koji se sastoji od više molekula glukoze, a skladišti se u jetri i mišićnom tkivu životinja i služi kao neposredni izvor energije.

Zahvaljujući svojoj građi, neki polisaharidi imaju mogućnost da vezuju vodu tako da mogu da bubre. To je važno za procese obrade hrane, a utiče i na neka njena fizička i funkcionalna svojstva. **Celuloza i hemiceluloza služe kao materijali za izgradnju čvrstih delova biljke.**

3.1.4.1. Glikogen

Glikogen je polisaharidi koji se sastoji od 30.000 molekula glukoze. On predstavlja rezervu glukoze, odnosno energije u organizmu čoveka i životinja. Koncentracija glikogena je najveća u jetri, a zatim u mišićima. Glikogen ima veoma značajnu ulogu za procese zrenja mesa, pa samim tim i za njegov kvalitet.

3.1.4.2. Skrob

Skrob je najvažniji ugljeni hidrat - polisaharid kojeg čine veliki broj molekula glukoze. Nalazi se u semenkama biljaka i njegova osnovna funkcija je da obezbeđuje rezervni izvor energije za biljku. Izvori skroba su brojni, a uobičajenim izvorima smatraju se skrobovi dobijeni od žita (pšenica, kukuruz ili pirinač). Drugi izvor skroba su mahunarke, kao što su soja ili pasulj. Voće poput banana takođe može biti izvor skroba.

Skrob nije sladak, nije rastvorljiv u hladnoj vodi i ima mogućnost da upija vodu, odnosno da formira gelove (želatinozne rastvore) u vrućoj vodi. Termičkom obradom u vodi, skrob, zbog upijanja vode, bubri i želatinizira. To ima za rezultat povećanje viskoznosti (gustine) rastvora, pri čemu se na kraju obrazuje gel-skrobni lepak. Hlađenjem tako dobijenog rastvora njegova gustina (viskoznost) se povećava. Ova osobina skroba zaslužna je za to da se on naveliko koristi u prehrambenoj industriji kao prirodni zgušnjivač. Budući da su dostupni, odnosno jeftini, skrobovi imaju široku primenu u proizvodnji niza prehrambenih artikala kao što su: pire krompir, pudinzi, ekstrudirana žita, konzerve od mesa, dehidrirane supe i kolači, itd.

Kao posledica razlaganja skroba, nastaju dekstrini i maltodekstrini koji su kategorisani kao ugljeni hidrati male molekulske mase. Koriste se kao zamena za masti u različitim prehrambenim proizvodima. Oni obezbeđuju viskoznost i osećaj punoće u ustima, za šta su inače zaslužne masti u hrani. Na ovaj način moguće je proizvesti hranu smanjene masnoće sa približno istim senzorskim karakteristikama. Maltodekstrin i dekstrini se takođe koriste kao sredstva za zgušnjavanje. Važno je napomenuti i da maltodekstrin ujedno ima i veoma visok glikemijski indeks.

Poslednjih godina značajno su obogaćena saznanja o mogućnostima modifikacije prirodnih skrobova, fizičkim i hemijskim metodama. Time je značajno proširen spektar njihove upotrebe u prehrambenoj industriji, posebno u pogledu postizanja teksture gotovih proizvoda. Skrobovi se mogu modifikovati da bi se poboljšala njihova funkcionalna svojstva (na primer, poboljšanje želatinizacije, povećanje rastvorljivosti, povećanje ili smanjenje viskoznosti, poboljšanje čvrstoće gela itd.). Modifikacija omogućava da skrob izdrži različite procese proizvodnje kao što su obrada hrane primenom visokih temperatura ili obrada u kiselim uslovima. Ipak, današnji potrošač teži ka tome da konzumira hranu koja je što manje prerađena, odnosno da bude što više „prirodna“. Zbog toga, već samo pominjanje reči „modifikovano“ u deklaraciji nekog proizvoda deluje odbojno na potrošače, iako pravih razloga, bar kada je reč o modifikovanom skrobu, za to nema.

3.1.4.3. Celuloza

Celuloza se nalazi u biljkama i sastoji se od većeg broja molekula glukoze. Molekuli celuloze između sebe su vezani na način koji omogućava formiranje celuloznih vlakana koji imaju značajnu čvrstinu. Kao rezultat tog vezivanja, celuloza je čvrst materijal koji biljkama obezbeđuje strukturu i čvrstinu. Celuloza se ne vari u digestivnom traktu ljudi, tako da ne obezbeđuje energiju našem organizmu. Nju zapravo čine nerastvorljiva prehrambena vlakna, takozvana dijetalna vlakna koja prolazeći kroz creva ostaju praktično nepromenjena, što ih čini poželjnim sastavnim delom zdrave, uravnotežene ishrane.

3.1.4.4. Inulin

Inulin je polisaharid koji sadrži 30 molekula fruktoze. Dodaje se, na primer, kao prebiotik u proizvodnji jogurta, jer podstiče razvoj crevne mikroflore. Veće količine inulina nalaze se u čičoci i celeru. Inulin se koristi i kao zamena za mast u proizvodnji fermentisanih kobasica.

3.1.4.5. Pektini i drugi polisaharidi

Pektini, gume i polisaharidi morskih algi su takođe važni ugljeni hidrati koji se, zbog svojih funkcionalnih svojstava, koriste u proizvodnji hrane. Oni pri tome služe kao sredstva za geliranje i kao zgušnjivači i stabilizatori. Pektini se prirodno javljaju u biljnoj hrani, dok gume i polisaharidi morskih algi ne potiču iz jestivih biljnih izvora, već se ekstrahuju i prečišćavaju i zatim dodaju hrani.

Pektini su sastavni delovi biljnog tkiva (voća i povrća) i osnovna uloga u biljci im je da potpomažu strukturu biljaka. Pektini se u vodi rastvaraju i bubre i u prisustvu šećera i kiselina formiraju gelove, što i jeste osnova proizvodnje želea. Sadržaj pektina u voću je promenljiv i ne zavisi samo od vrste voća, već i od njegove zrelosti. Zato na primer, ukoliko se džemovi prave kod kuće, najbolje je dodati komercijalni pektin, kako bi se obezbedila dovoljna količina pektina koja će formirati želatinoznu strukturu. Pektin za komercijalnu upotrebu dobija se od jezgara i kore jabuke.

Gume su uglavnom biljni ekstrakti i uključuju gumu tragakant i guar gumu. Nazivaju se još i polisaharidne gume ili **hidrokoloidi**, zbog toga što imaju sposobnost da vezuju veliku količinu vode. Pre svega se koriste kao zgušnjivači (zamenjuju skrob) i stabilizatori. Gume su uobičajeni sastojak proizvoda sa smanjenom količinom masti, jer su zahvaljujući svojim svojstvima u stanju da povećaju viskoznost hrane, pri čemu se održava tekstura hrane i dobija punoća ukusa. Gume se koriste u veoma velikom broju proizvoda (prelivi za salatu, sosevi, supe, jogurt, sladoled i drugi mlečni proizvodi, peciva, mesne prerađevine i dr.)

Polisaharidi morskih algi uključuju agar, alginate i karagenane. Karagenan se dobija iz crvenih morskih algi, a naročito od irske mahovine. Karagenani se koriste za stabilizaciju mlečnih proizvoda kao što su sladoled, topljeni sir, kondenzovano i čokoladno mleko. Agar se dobija i iz crvenih morskih algi.

Sintetički derivati celuloze, kao što je celulozna guma, koriste se u širokom spektru proizvoda. Jedan od primera njihove primene jeste oblaganje hrane pre prženja u dubokoj masnoći, kako bi se ograničilo upijanje masti.

3.1.5. Prehrambena (dijetalna) vlakna

Prehrambena vlakna čine ostaci jestivih biljnih ćelija, polisaharidi, lignin i slične materije koje nisu svarljive u humanom digestivnom traktu. Izvor prehrambenih vlakana su mahunarke, neprerađena žita (integralni proizvodi), voće, povrće i semenke. Postoje rastvorljiva i nerastvorljiva biljna vlakna i ona se razlikuju strukturalno, kao i po nekim drugim osobinama.

Pored celuloze i hemiceluloze, kao značajna nerastvorljiva dijetalna vlakna pominju se *inulin* koji, s obzirom na to da sadrži manje energije u odnosu na šećer i ostale ugljene hidrate, ima sve veću ulogu u ishrani ljudi, i *lignin*, sastojak koji spaja celulozu i hemicelulozu u ćelijama biljke. Iako ova vlakna nazivamo nerastvorljivim, bakterije koje se nalaze u crevima razlažu ih u određenom stepenu, tako da na taj način u maloj meri doprinose unosu energije. Nerastvorljiva vlakna povećavaju zapreminu crevnog sadržaja čime prolazak hrane kroz creva biva ubrzan, a konstipacija (zatvor) i brojna oboljenja creva bivaju prevenirana. Ona takođe povećavaju osećaj sitosti, jer u kontaktu sa vodom bubre, pa tako, na posredan način, imaju pozitivan uticaj na regulaciju telesne mase.

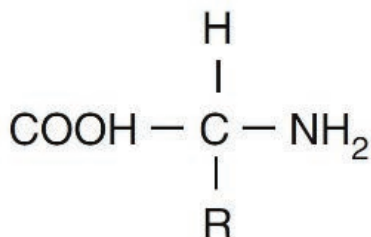
Rastvorljiva prehrambena vlakna se često nazivaju i sluzima i to su dugi polisaharidni lanci. Rastvorljiva vlakna, formiraju gel i oblažu molekule šećera i molekule žučnih kiselina i holesterola u crevima, čime se usporava ili onemogućava njihovo preuzimanje u krv. Na taj način, pri dugotrajnom povećanom unosu rastvorljivih dijetetskih vlakana dolazi do smanjenja holesterola i triglicerida u krvi i do regulacije nivoa šećera. Primer rastvorljivih prehrambenih vlakana su beta glukan i pektin, kao i gume i sluzi dobijene ekstrakcijom morskih trava, ekstrudata biljaka i semenki.

3.2. PROTEINI

Proteini imaju veliki broj funkcija u biološkim sistemima. Oni formiraju strukturne komponente ćelija (npr. kolagen, elastin), zatim enzime (regulišu metaboličku aktivnost), mišićno tkivo, hormone, antitela i drugo. Svaki protein ima jedinstvenu strukturu i konformaciju, odnosno oblik koji mu omogućava da obavlja određenu funkciju u živoj ćeliji.

Proteini su visoko složeni polimeri koji nastaju povezivanjem pojedinih aminokiselina u lance. Aminokiseline se uglavnom sastoje od ugljenika, vodonika, kiseonika i azota, mada neke sadrže i druge elemente (sumpor, na primer). Centralno mesto u strukturi aminokiselina ima atom ugljenika na koji je vezana amino grupa (NH_2), zatim atom vodonika (H), karboksilna grupa (COOH) i bočni lanac (R) (*slika 2*).

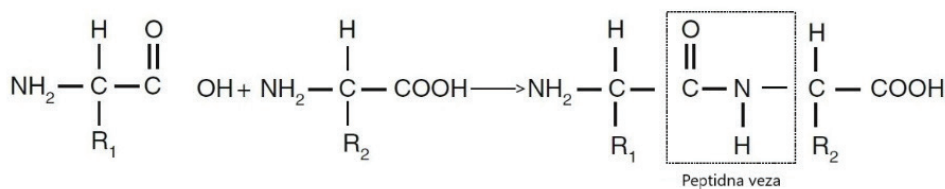
Slika 2. Aminokiselina



Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Vaclavic i Christian (2014)

Sve aminokiseline imaju sličnu, ali jedinstvenu strukturu, što im daje i različita fizičko-hemijska svojstva. S obzirom na hemijsku prirodu bočnog lanca, aminokiseline mogu biti polarne (hidrofilne) i nepolarne (hidrofobne). Bočni lanci polarnih (hidrofilnih) aminokiselina stupaju u interakciju sa vodom, dok bočni lanci nepolarnih (hidrofobnih) to ne čine.

Aminokiseline se između sebe povezuju peptidnim vezama, te se lanci koji pri tome nastaju nazivaju peptidni lanci (*slika 3*).

Slika 3. Aminokiseline vezane peptidnom vezom

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Vaclavic i Christian (2014)

Postoji oko 20 aminokiselina koje ulaze u sastav ljudskog organizma, ali samo njih osam smatra se esencijalnim. To su one (aminokiseline) koje se u organizmu ne mogu sintetisati, već ih čovek unosi isključivo putem ishrane. Preostale aminokiseline su takođe neophodne za odvijanje životnih funkcija, ali se mogu sintetisati iz drugih aminokiselina i azotnih jedinjenja. Esencijalne aminokiseline su: leucin, izoleucin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan i valin. Ovom spisku od osam aminokiselina može se dodati i histidin koga je neophodno unositi putem ishrane u detinjstvu, kako bi se zadovoljile potrebe rasta. Neesencijalne aminokiseline su: alanin, arginin, aspartanska kiselina, cistein, cistin, glutaminska kiselina, glicin, hidroksiprolin, prolin, serin i tirozin.

3.2.1. Denaturacija proteina

Denaturacija proteina je promena koja nastaje kao posledica promena u strukturi proteina, pri čemu ne dolazi do promena redosleda sekvenci aminokiselina u samom lancu. Denaturacija proteina može nastati kao posledica termičke obrade proteina, promene pH vrednosti, promene koncentracije soli, zamrzavanja i dr. Ta reakcija najčešće je nepovratna, odnosno protein se ne može vratiti u prethodno stanje, tako da denaturacijom proteini gube svoju funkciju. Međutim, u nekim procesima prerade hrane, denaturacija proteina može biti i poželjna pojava. Primer takve denaturacija jeste proces blanširanja.

Blanširanje je postupak koji podrazumeva blagu termičku obradu hrane čiji je osnovni cilj da se denaturišu proteini, odnosno inaktiviraju enzimi (enzimi su proteinske prirode) koji bi uzrokovali kvarenje namirnica tokom skladištenja pri temperaturama zamrzivača. Blanširanjem se najčešće izlaže povrće pre zamrzavanja.

Naravno, denaturacija je nepoželjna kada, zbog nepovratnih promena na proteinima, dolazi do smanjenja kvaliteta hrane.

3.2.2. Hidroliza proteina

Hidroliza proteina podrazumeva kidanje polipeptidnih lanaca na manje peptidne lance. To je najčešće nepoželjna reakcija u procesu obrade hrane. Ona može nastati i delovanjem takozvanih proteolitičkih enzima. Primeri takvih enzima koji se koriste u prehrambenoj industriji i kulinarstvu su: *ficin*, *papain* i *bromelain* (koriste se kao omekšivači mesa). Oni hidrolizuju proteine mišićnog ili vezivnog tkiva, što meso čini mekšim. Drugi primer proteolitičkog enzima koji se koristi u procesima obrade hrane je enzim sirišta² (himozin) koji se koristi za pravljenje sira. Ovaj enzim je veoma specifičan u svom delovanju, jer razlaže specifične peptidne veze u proteinima mleka. Rezultat takve reakcije hidrolize je agregacija mlečnih proteina i formiranje gruša koji se zatim može preraditi u sir.

3.2.3. Izoelektrična tačka proteina

Izoelektrična tačka proteina je pH vrednost pri kojoj se molekuli proteina talože. Ona je različita za različite proteine i veoma je važna u procesima obrade hrane. Na primer, prilikom proizvodnje sira, dodaje se mlečna kiselina kako bi se pH vrednost mleka dovela do izoelektrične tačke proteina kazeina iz mleka, čijim taloženjem nastaje gruš kao jedna od faza procesa proizvodnje sira.

3.2.4. Maillard Browning reakcija

Usled *Maillard Browning* reakcije koja se odvija prilikom termičke obrade hrane, dolazi do reakcije između proteina i šećera koja je zaslužna za pojavu smeđe boje pečenih proizvoda. Ova reakcija je veoma složena i značajno utiče na ukus i na boju hrane. Poznata je još i kao neenzimsko tamnjenje. (Postoji, takođe, i enzimsko tamnjenje o kojem će biti reči kasnije).

² Sirište je naziv za pravi želudac kod preživara. Himozin se dobija iz sluzokože sirišta teladi.

3.2.4.1. Enzimi

Svi enzimi su proteini i važni su za tehnologiju hrane, jer regulišu odvijanje raznih hemijskih procesa u hrani od kojih zavisi njena boja, ukus i tekstura, a samim tim i njen kvalitet. Neke od tih reakcija su poželjne, dok su neke nepoželjne (one koje dovode do neprihvatljivih promena boje hrane ili stvaranja neprijatnog mirisa). S obzirom na to da su enzimi po svom sastavu proteini, svi oni zahtevaju određenu temperaturu i opseg pH vrednosti unutar kojih mogu da vrše svoju funkciju. Izvan tog opsega dolazi do denaturacije enzima, čime se oni inaktiviraju.

Neki od primera poželjnih enzimskih reakcija u hrani su: formiranje gruš; zrenje sira tokom skladištenja; sazrevanje voća i omekšavanje mesa proteolitičkim enzimima, kao što su papain, bromelain i ficin koji se dobijaju od papaje, ananasa i smokve.

U mnogim svetskim kuhinjama, enzim iz ananasa (bromelain) upotrebljava se kao deo marinada za mariniranje mesa u cilju njegovog omekšavanja.

Tipičan primer nepoželjnih enzimskih reakcija u hrani je enzimsko tamnjenje voća i povrća usled dejstva enzima polifenol-oksidade.

3.2.5. Funkcionalne uloge proteina u hrani

Proteini mogu imati više funkcionalnih svojstava ili uloga u hrani. Kao dobar primer za to mogu da posluže: vej (*whey*) protein, gluten, proteini žumanceta i kazein.

Vej (whey) protein (protein mlečne surutke) je karakterističan po tome što se rastvara u vodi i u kiselim sredinama. Zbog toga se često koristi za obogaćivanje kiselih napitaka, kao što su sportska pića.

Gluten je protein koji se nalazi u većini žita i specifičan je po tome što uz dodatak vode intenzivno bubri, pri čemu se proteini spajaju u elastičnu masu, poznatu kao lepak. Lepak daje konzistenciju i elastičnost nastalom testu. On omogućava da se prilikom mešenja stvaraju mehurići, a da testo pri tome ne pukne.

Proteini žumanceta, kao i kazein su jako dobri prirodni emulgatori.

3.2.6. Kvalitet proteina

Kvalitet proteina definiše se preko njegove biološke vrednosti. Biološka vrednost proteina zavisi od njihovog porekla (biljno ili životinjsko), kao i od zastupljenosti esencijalnih aminokiselina u njima. Proteini neke namirnice koji sadrže sve esencijalne aminokiseline nazivaju se **visoko kvalitetni proteini** ili **kompletni proteini**. Hrana koja predstavlja značajan izvor takvih proteina jeste, pre svega, hrana životinjskog porekla (meso sisara, meso živine i ribe i plodovi voda, jaja, mleko). Od hrane biljnog porekla, značajan izvor proteina jesu leguminoze ili mahunarke (pasulj, grašak, soja, sočivo ...), kao i orašasto voće (orasi, bademi i dr.).

Proteini životinjskog porekla su visoko biološki vredni, odnosno kompletni, jer sadrže sve esencijalne aminokiseline u optimalnom odnosu, pa ih ljudski organizam može u potpunosti iskoristiti. To se može reći i za proteine soje i kinoe. Za razliku od proteina životinjskog porekla, biljni proteini su proteini nižeg kvaliteta (nekompletni proteini), jer se u njima bar jedna od esencijalnih aminokiselina nalazi u veoma niskoj koncentraciji.

Uporedo sa smenjivanjem različitih trendova u ishrani, brojne studije ukazivale su na štetnost prevelike zastupljenosti pojedinih hranljivih materija u hrani. Na toj „crnoj listi“ najčešće se nalaze masti i šećer. Za sada, među „okrivljenima“ jedino nisu bili voda i proteini. U prilog tome govori podatak da je hrana bazirana na proteinima široko zastupljena u skoro svim kulturama ishrane.

3.3. LIPIDI

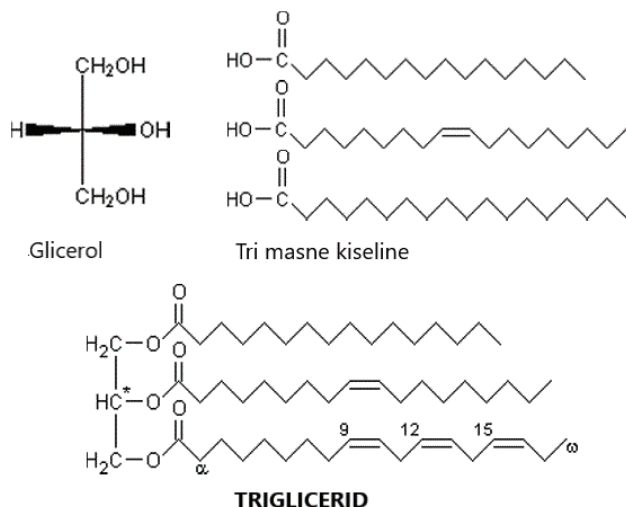
Lipidi (masnoće) su zajedničko ime za triacilglicerol (nekada trigliceridi), fosfolipide i sterole. Razlikuju se od ugljenih hidrata i proteina po tome što ne formiraju duge lance i što nisu rastvorljivi u vodi. Lipidi su uglavnom izvor energije za životinje i biljke u kojima se nalaze. Za njih je karakteristično to sadrže oko $2\frac{1}{4}$ puta više energije u odnosu na proteine i ugljene hidrate. Zbog toga je uobičajeno da se radi smanjenja energetske vrednosti hrane preporučuje zamena lipida proteinima ili ugljenim hidratima. Osim što su bogat izvor energije, oni su i važni gradivni elementi tkiva i ćelijskih membrana, pa je važno i neophodno da se svaki dan unose u organizam. Kao jedan od osnovnih sastojaka prehrambenih proizvoda, masnoće utiču na punoću ukusa, konzistenciju, teksturu i druge fizičke osobine hrane i imaju pozitivan efekat na svežinu proizvoda. Masti i ulja u hrani čine hranu mekšom i lakšom za žvakanje; daju osećaj sitosti; pružaju bogat, pun ukus i gladak osećaj u ustima, što su, bez sumnje, neke od najčešće zahtevanih senzorskih karakteristika hrane.

Lipidi imaju i druge važne uloge u organizmu. U njima su rastvorljivi vitamini A, D, E i K, tako da njihovo prisustvo u hrani omogućava da organizam iskoristi te vitamine iz namirnicama.

Najpoznatiji lipidi biljnog porekla značajni za proizvodnju hrane su biljna ulja, kao što su: suncokretovo, kokosovo, pamukovo, maslinovo, palmينو i ulje kikirikija i soje. Najvažniji izvori lipida životinjskog porekla su meso (proizvodi od mesa) i mlečni proizvodi (maslac, sir, kajmak, pavlaka). Svojstva lipida, kao što su njihov sastav, tačke topljenja i njihova veza sa ostalim sastojcima hrane imaju značajan uticaj na funkcionalna svojstva hrane. Promene lipida tokom prerade hrane mogu imati korisne, ali i štetne efekte na kvalitet gotovog proizvoda.

3.3.1. Struktura i sastav lipida

Trigliceridi su najzastupljeniji lipidi u hrani. Oni čine više od 95% svih lipida u hrani. Sastoje od tri molekula alkohola glicerola i tri masne kiseline (*slika 4*). Nerastvorljivi su u vodi i mogu biti u čvrstom ili tečnom stanju na sobnoj temperaturi. Masti i ulja su trigliceridi i glavni sastojak lipida. Razlika između termina „masti“ i „ulja“ zasniva se isključivo na tome što su na sobnoj temperaturi masti čvrste, a ulja tečna.

Slika 4. Građa triglicerida

Izvor: Preuzeto i adaptirano sa: <https://sh.wikipedia.org/wiki/Lipidi#>

Fosfolipidi sadrže samo dve masne kiseline. Fosfolipidi su slični trigliceridima, prirodni su emulgatori koji se sastoje od alkohola, masnih kiselina i jedinjenja fosforne kiseline. Najčešći fosfolipid u hrani je lecitin koji se nalazi gotovo svakoj živoj ćeliji, a najčešće se koristi lecitin poreklom iz jaja i soje. Lecitin se široko koristi kao emulgator u proizvodima kao što su čokolada i pekarski proizvodi.

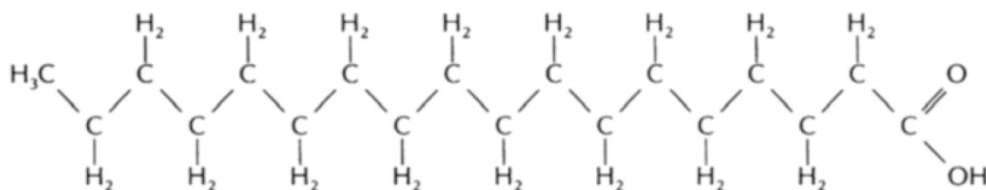
Tokoferoli su važni sastojci većine biljnih i životinjskih lipida. Tokoferoli su antioksidanti, jer sprečavaju promene koje nastaju kao posledice oksidativnih promena, a ujedno su i izvori vitamina E.

Najpoznatiji lipid iz grupe *sterola* je holesterol. Nalazi se u hrani životinjskog porekla. Proizvodi ga jetra i on ima značajnu ulogu za funkcionisanje ćelijskih membrana. Fitosteroli su steroli koji se nalaze u biljkama. Zapravo, ono što holesterol predstavlja za ćeliju životinja i ljudi, to su fitosteroli u biljnim ćelijama.

3.3.2. Struktura masnih kiselina

Masne kiseline su dugi lanci ugljovodonika, sa metil grupom (CH_3) na jednom kraju lanca i karboksilnom grupom (COOH) na drugoj strani lanca. Većina prirodnih masnih kiselina sadrži 4 do 24 ugljenikova atoma, a većina sadrži parni broj ugljenikovih atoma u lancu (slika 5).

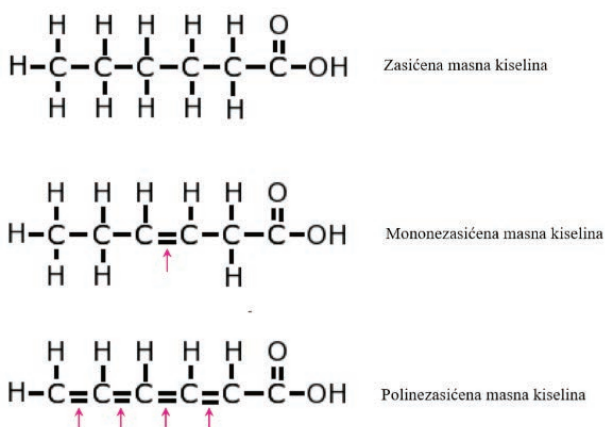
Slika 5. Primer masne kiseline



Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Vaclavic i Christian (2014)

Masne kiseline mogu biti **zasićene i nezasićene** i to **mononezasićene i polinezasićene** (slika 6).

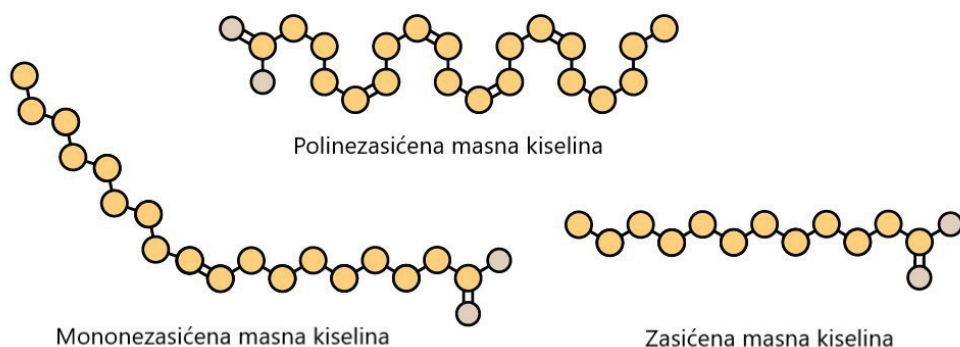
Slika 6. Masne kiseline u odnosu na prisustvo dvostruke veze



Izvor: Preuzeto i adaptirano sa: <https://naakbar.com/blogs/nutrition/lipids-in-naak-cricket-protein-bar>

Zasićene masne kiseline (*Saturated Fatty Acid*) nemaju dvostruku vezu između atoma ugljenika, odnosno sadrže pojedinačne (jednostruke) veze ugljenik-ugljenik. Ove kiseline imaju linearni (prav) oblik, kao što je prikazano na slici 5. Na sobnoj temperaturi su u čvrstom stanju i imaju visoku tačku topljenja. Nezasićene masne kiseline sadrže jednu ili više dvostrukih veza između ugljenika. Uopšteno, nezasićene masne kiseline su na sobnoj temperaturi tečne i imaju nižu tačku topljenja. Mononezasićene masne kiseline (*Monounsaturated Fatty Acid*) imaju samo jednu dvostruku vezu u lancu, dok polinezasićene masne kiseline (*Polyunsaturated Fatty Acid*) imaju više od jedne dvostruke veze između atoma ugljenika. Prisustvo dvostrukih veza u lancima čini da su ti lanci savitljivi na mestima gde se dvostruke veze nalaze, te sam lanac nije prav kao što je to slučaj sa zasićenim masnim kiselinama. Upravo od te osobine masnih kiselina zavisi da li će lipidi na sobnoj temperaturi biti u čvrstom ili tečnom agregatnom stanju. Pravi lanci zasićenih masnih kiselina se u prostoru lako slažu jedni na druge, bez formiranja praznih prostora, što obezbeđuje čvrstinu. S druge strane, savijeni lanci nezasićenih masnih kiselina nemaju mogućnost ovakvog slaganja u prostoru, što dovodi do toga da ostaje puno praznog prostora i da nema dovoljno čvrstine. Zbog toga su ulja koja pretežno sadrže nezasićene masne kiseline na sobnoj temperaturi tečna (*slika 7*).

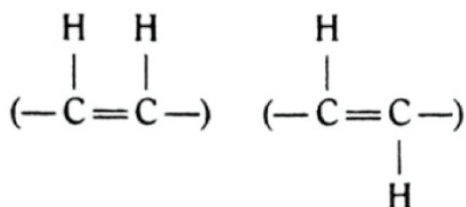
Slika 7. Uvijenost lanca masnih kiselina u odnosu na prisustvo dvostrukih veza



Izvor: Preuzeto i adaptirano sa: <https://www.diagnosisdiet.com/full-article/fats>

Dvostruke veze omogućavaju postojanje „konfiguracionih izomera“ koji su opisani latinskim jezikom prefiksi „*cis*“ (na istoj strani) i „*trans*“ (na drugoj strani) i označavaju orijentacija vodikovih atoma u odnosu na dvostruku vezu. U *cis* obliku, atomi vodonika vezani su za atome ugljenika na istoj strani dvostruke veze. U *trans* konfiguraciji, atomi vodonika nalaze se na suprotnim stranama dvostruke veze (slika 8).

Slika 8. *Cis* (levo) i *trans* (desno) konfiguracija masnih kiselina



Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Vaclavic i Christian (2014)

Cis i *trans* oblik masnih kiselina utiče na tačku topljenja i oblik koji u prostoru zauzimaju masne kiseline. Takođe, *trans* oblici masnih kiselina imaju višu tačku topljenja u odnosu na *cis* konfiguracije. Skoro sve prirodne masti i ulja koje se koriste u hrani imaju *cis* konfiguraciju. Samo mala količina prirodnih masti i ulja nalazi se u *trans* obliku i to pre svega u mastima preživara i u mlečnim proizvodima kao što su mleko, maslac i jogurt. Oblik *cis* veze uslovljava da se molekuli uvijaju. Kada postoji u lancu veći broj dvostrukih veza i *cis* položaja vodonika, uvijenost lanca je veća, tako da se molekuli nalaze na većim rastojanjima. Dominacija *cis* masnih kiselina u uljima predodređuje njihovo tečno agregatno stanje na sobnoj temperaturi. S druge strane, *trans* konfiguracija omogućava da se molekuli gusto pakuju lancu, pa su ti lanci pravi ili slabo uvijeni. Prisustvo ovih kiselina u mastima zaslužno je što su masti na sobnoj temperaturi čvrste.

Nezasićene masne kiseline mogu se dalje podeliti na dve klase: omega(ω)3, ili *n*-3 i omega(ω)6, ili *n*-6 polinezasićene masne kiseline. Obe klase nezasićenih masnih kiselina su bitne i neophodne za zdravlje ljudi, a razlikuju se u hemijskoj strukturi, odnosno u položaju dvostruke veze u lancu. Kod omega-3 masnih kiselina dvostruka veza se nalazi na trećem C atomu od terminalne grupe, dok se kod omega-6 masnih kiselina ona nalazi na šestom C atomu od terminalne grupe.

Većina nezasićenih masnih kiselina može se sintetisati u organizmu, ali postoji nekoliko masnih kiselina koje se ne mogu sintetisati u samom organizmu. Te kiseline se nazivaju esencijalnim kiselinama. To su *cis n-6* polinezasićena masna kiselina, linoleinska (18:2*n*-6) i *cis n-3* polinezasićena masna kiselina, alfa (α)-linoleinska (18:3*n*-3). Riblje ulje je glavni izvor omega-3 masnih kiselina, dok je glavni izvor omega-6 masnih kiselina biljno ulje. Pored značaja unosa optimalnih količina esencijalnih masnih kiselina putem ishrane, bitan je i odnos u kom se one unose. Odnos omega-3 masnih kiselina prema omega-6 masnim kiselinama je optimalan ako se kreće do 1:5, ali bi najoptimalnije bilo da je taj odnos 1:1.

3.3.2.1. Nastanak transmasnih kiselina

Kao što je već istaknuto, transmasne kiseline mogu nastati prirodnim putem - procesom biohidrogenizacija u telu preživara. Međutim, *trans* oblik masnih kiselina, odnosno transmasne kiseline najčešće nastaju u procesu industrijske obrade koji se naziva hidrogenizacija biljnih i ribljih ulja. Hidrogenizacijom se smanjuje broj nezasićenih masnih kiselina i time povećava stabilnost masnih kiselina. Kao rezultat toga, tečno biljno ulje postaje čvrsta masnoća. Proces hidrogenizacije podrazumeva da se biljna ulja greju pod pritiskom i dodati vodonik se u prisustvu metalnih katalizatora ugrađuje u sam lanac tako da masne kiseline postaju zasićene. Međutim, potpuno zasićene masti su previše čvrste, pa proizvođači delimično hidrogenizuju ulja dok ne dobiju potrebnu konzistenciju za određenu upotrebu. Kao sporedni proizvodi ovog procesa nastaju transmasne kiseline, jer se veliki procenat *cis* dvostrukih veza pretvori u *trans* dvostruke veze. Ova hidrogenizovana i delimično hidrogenizovana ulja nalaze se u većini margarina i u prženoj hrani, a dodaju se i zbog poboljšanja senzorskih osobina, pre svega ukusa, konzistencije i produženja održivosti grickalica, keksa i krepera. Bitno je napomenuti da i prilikom termičke obrade masti i ulja može doći do stvaranja transmasnih kiselina.

Postoje podaci da transmasne kiseline utiču negativno na zdravlje ljudi. Pojedine studije govore da transmasne kiseline utiču na povećanje nivoa „lošeg“ holesterola, da podižu nivo triglicerida u krvi i smanjuju nivo „dobrog“ holesterola. Sve to može povećati rizik od pojave kardio-vaskularnih oboljenja. Zbog toga su važeće preporuke da bi unos transmasnih kiselina iz hrane trebalo da bude što niži, odnosno da udeo transmasnih kiselina u hrani, osim onih koje se prirodno pojavljuju u mastima životinjskog porekla, ne sme biti veći od 2 grama na 100 grama masti.

Biljne masti su popularne jer ih je jeftinije napraviti nego maslac ili svinjsku mast, a imaju i duži rok trajanja i dobro se ponašaju u pecivima i konditorskim proizvodima. Zato je nutricionista *Joan Dye Gussov* rekao: „Ako treba da odlučim da li mi je draži margarin ili maslac, tada moram da priznam da više verujem kravama nego hemičarima“.

3.3.3. Tačka topljenja i tačka dimljenja masti i ulja

Tačke topljenja masti i ulja se razlikuju u zavisnosti od sadržaja i odnosa zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina. Tačke topljenja pojedinih masnih kiselina zavise od više faktora, kao što su: dužina lanca, broj dvostrukih veza (stepen zasićenja) i oblik u kom se nalaze. Masne kiseline dugog lanca imaju više tačke topljenja od kratkolančanih masnih kiselina. Kako se broj dvostrukih veza povećava, tačka topljenja opada. *Cis* konfiguracija dvostruke veze u masnim kiselinama doprinosi tome da one imaju nižu tačku topljenja u odnosu na *trans* konfiguraciju.

Kada se masti i ulja zagreju, prvo počinju da se puše, a zatim da se pale. Temperature pri kojima dolazi do ovih promena su tačka dimljenja i tačka paljenja. Prženje hrane na mastima ili uljima je uobičajen postupak obrade hrane. Mast za prženje treba da bude bezbojna, da je bez mirisa i da ima visoku tačku dimljenja. Tačka dimljenja masti i ulja je temperatura na kojoj lipidi odaju vidljivi beličasto plavi dim (lipidi počinju da se razgrađuju i nastaju štetna jedinjenja). Prisutnost dima ukazuje da je došlo do promena na glicerolu i do stvaranja akroleina – jedinjenja šetnog po zdravlje ljudi. Kada temperatura masnoće dostigne tačku paljenja, pojavljuju se mali plamenovi vatre. Masnoće kao što su maslac, margarin i životinjske masti imaju nisku tačku dimljenja u poređenju sa hidrogenizovanim mastima i uljima.

Tačka dimljenja smanjuje se kada se ulje ili mast koriste više puta za prženje, pri čemu se, zbog promena koje nastaju u njihovim strukturama i na taj način stvorenih štetnih jedinjenja, smanjuje njihov kvalitet i dovodi u pitanje njihova bezbednost za upotrebu. Međutim, veoma je važno napomenuti da prilikom prženja na mastima, iako one imaju nižu tačku dimljenja nego ulja, količina štetnih materija koje se pri tome stvaraju nije velika. Razlog tome je to što su zasićene masne kiseline, kakve su kiseline koje ulaze u sastav masti, stabilnije i kao takve usporavaju proces stvaranja štetnih jedinjenja kao što je, na primer, akrolin.

3.3.4. Kvarenje masti i ulja

Kvarenje masti i ulja može biti oksidaciono, hidrolitičko ili mikrobiološko.

Oksidaciono kvarenje nastaje delovanjem kiseonika iz vazduha na nezasićene veze masnih kiselina. Pri tome nastaju jedinjenja kao što su hidroperoksidi i peroksidi, a od njih aldehidi i ketoni koji su upravo odgovorni za nastanak neprijatnog mirisa (užeglosti) masti i ulja. Proces oksidacije podstiču toplota, svetlost i teški metali.

Hidrolitičko kvarenje nastaje usled delovanja vode i enzima, pri čemu dolazi do stvaranja slobodnih masnih kiselina.

Mikrobiološko kvarenje nastaje usled aktivnosti mikroorganizama. Ova vrsta kvarenja masti i ulja karakteristična je za maslac i margarin koji su, zbog svog sastava, dobar medijum za rast i razmnožavanje mikroorganizama. Proizvodi razgradnje koja nastaje kao posledica mikrobiološke aktivnosti su ketoni koji daju karakterističan neugodan miris.

3.3.5. Hrana sa malo masnoće i nemasna hrana

Danas su potrošači sve više zainteresovani za hranu koja sadrži manje masnoće. Ipak, uprkos preporukama institucija koje se bave javnim zdravljem da <30% kalorija dnevno treba da potiče od masnoća, potrošnja masti i ulja po glavi stanovnika na globalnom nivou nije se smanjila. Inače, kao zamene za masti u prehrambenoj industriji koriste se proteini, skrob, dekstrini, maltodekstrini, vlakna, emulgatori i arome. Skrob može biti dobra zamena za mast, s obzirom na to da apsorbuje vodu i formira gelove koji mogu oponašati ulogu masnoća u hrani i koristi se dugi niz godina u pekarskoj industriji.

Derivati hidrolize skroba poznati kao maltodekstrini (klasifikovani kao hidrokoloidi) nežnog su ukusa i stvaraju gladak osećaj u ustima. Vlakna obezbeđuju strukturni integritet, zapreminu, zadržavanje vlage, lepljivost i održivost hrane sa smanjenom masnoćom. Gume su niskokalorične i doprinose kremastoj strukturi hrane.

3.4. VODA

Voda je neophodna za život svih živih bića. Prisutna je u većini prirodnih namirnica i čini preko 70% njihovog sastava. Sveže voće i povrće sadrže od 90% do 95% vode, dok termički obrađeno meso sadrži oko 60% vode. Zahvaljujući svojoj hemijskoj strukturi i vezama u njoj (dva atoma vodonika vezana za atom kiseonika - H_2O), voda ima svojstva koja joj omogućavaju da rastvara veliki broj hemijskih jedinjenja („univerzalni rastvarač“). Supstance koje se brzo rastvaraju u vodi nazivaju se hidrofilne, dok one koje se ne rastvaraju nazivaju se hidrofobne supstance.

Količina i oblik u kom se voda nalazi u hrani utiče na teksturu hrane i u velikoj meri određuje njena fizička svojstva. Pored toga, voda utiče i na kvalitet hrane u smislu njene održivosti. Smanjenje količine vode u hrani (sušenjem ili zamrzavanjem) upravo ima za cilj povećanje njene održivosti. Voda iz hrane se uklanja i zbog toga da bi se hrani smanjila masa, što značajno može umanjiti troškove pakovanja i transporta. Naravno, količina dostupne vode u hrani utiče i na rast i razmnožavanje mikroorganizama. Zbog svega toga, tehnološki procesi kojima se reguliše sadržaj vode u hrani važan su aspekt regulisanja kvaliteta hrane. Od sadržaja vode zavisi i to da li će hrana biti suva, odnosno hrskava i koliko će dugo biti održiva i bezbedna za zdravlje potrošača.

Voda u hrani može biti „slobodna“ i „vezana“. *Slobodna voda* se lako može istisnuti iz hrane (rezanjem, seckanjem, gnječenjem i sl.). *Vezana voda* je hemijski vezana za određene komponente hrane (najčešće proteine, skrob i pektine), ili su molekuli vode vezani između sebe. Za razliku od slobodne, vezana voda se ne može jednostavno istisnuti iz hrane; nije dostupna u obliku rastvarača; ne može se lako zamrznuti niti lako ispariti i, što je najvažnije, ona, za razliku od slobodne vode, nije dostupna mikroorganizmima.

Primer vezane vode u biljnoj ćeliji je voda u kaktusu ili iglicama bora. Niti ekstremna pustinjska vrućina, niti ekstremno niske temperature tokom zime neće dovesti do isparavanja, odnosno zamrzavanja ove vode. Zahvaljujući tome, ova vegetacija preživljava i u predelima sa surovim klimatskim uslovima.

U hrani kojoj je svojstvena gel-struktura, voda može biti „zarobljena“, tj. u potpunosti imobilisana od strane prostorne konfiguracije prisutnih sastojaka hrane. Tom pojavom može se objasniti kompaktan oblik i čvrsto stanje oljuštenog krastavca i drugih vrsta povrća i voća koje sadrže visok procenat vode (80-95%). Zarobljena voda ima svojstva slobodne vode, što znači da je dostupna mikroorganizmima.

Količina vode koja je dostupna za mikrobiološku aktivnost kao i za enzimske i hemijske aktivnosti naziva se *aktivnost vode* i ona u velikoj meri utiče na kvalitet i bezbednost hrane. Konzervisanje hrane soljenjem, sušenjem i zamrzavanjem predstavlja u suštini postupak smanjenja količine dostupne vode, odnosno smanjenja aktivnosti vode.

3.5. MIKRONUTRIJENTI

Mikronutrijenti obuhvataju veliki broj hemijskih jedinjenja koja se u hrani nalaze u malim količinama. To su: vitamini, minerali, prirodne boje i pigmenti, oksidanti i antioksidanti, konzervansi, prirodno prisutni toksični sastojci hrane, prirodni emulgatori, organske kiseline, enzimi i arome. Prirodno prisutne toksične materije koje su „legalan“ sastojak nekih vrsta hrane mogu dovesti do oboljenja ljudi koji tu hranu konzumiraju u velikim količinama, tj. u količinama većim od onih koje su naznačene u preporukama za upotrebu hrane takve vrste.

3.5.1. Vitamini

Vitamini su organski sastojci koji se nalaze u veoma malim količinama u hrani. Dele se u dve osnovne grupe: *vitamini rastvorljivi u vodi* (hidrosolubilni) i *vitamini rastvorljivi u mastima* (liposolubilni). Liposolubilni vitamini su: vitamin D (kalciferol), E (tokoferol), K (fitomenadion) i A (retinol), dok su hidrosolubilni vitamini: vitamini B1 (tiamin), B2 (riboflavin), B3 (niacin), B5 (pantotenska kiselina), B6 (piridoksin), B9 (folna kiselina), B12 (cijankobalamin) i vitamin C (askorbinska kiselina). Vitamini se jednim delom stvaraju u organizmu, ali ne u dovoljnoj količini, pa je neophodno uzimati ih putem hrane. Vitamini imaju brojne i važne funkcije u organizmu. Oni pre svega deluju kao prekursori enzima ili koenzimi; komponente su antioksidativnih odbrambenih sistema; faktori su koji učestvuju u genetskoj regulaciji i u drugim specifičnim funkcijama, kao što je na primer uticaj vitamina A na vid.

Tokom termičke obrade hrane dolazi do većeg ili manjeg gubitka vitamina, što zavisi od primenjenog temperaturnog režima. Generalno, ako je temperatura obrade hrane viša, gubici vitamina su veći. Da bi se izbegao gubitak vitamina, hranu treba što kraće termički obrađivati, ili činiti to pri nižim temperaturama. Neki vitamini su naročito osetljivi na dejstvo toplote (vitamin C, i vitamini B1 i B9), a neki na dejstvo svetlosti (vitamini B1 i B2). Pri termičkoj obradi, hidrosolubilni vitamini su nestabilniji od liposolubilnih. Vitamin C je najnestabilniji hidrosolubilni vitamin. On se pri kuvanju u suvoj toploti razara već pri temperaturi od 60 °C, a pri kuvanju u vodenoj pari pod pritiskom, pri temperaturi od 120 °C. Liposolubilni vitamini (A, D, E i K) su termostabilni, a najotporniji među njima je vitamin E.

Tokom pripreme mesa kuvanjem dolazi do gubitka vitamina B grupe. Do toga dolazi zbog isticanja mišićnog soka, a ne zbog samog primenjenog termičkog tretmana. Zato se prženjem i pečenjem gubi manje ovih vitamina. Kada se riba priprema poširanjem, gubici vitamina B grupe su minimalni, a vitamin A se gotovo i ne gubi. Prženjem i pečenjem ribe na žaru gubici su isti, ili nešto manji nego pri pečenju ribe u pećnici. Gubitak vitamina B grupe je najmanji prilikom pripreme omleta i kuvanja jaja u vodi. Nešto je veći prilikom prženja, a najveći prilikom poširanja³ jaja.

3.5.2. Minerali

Mineralne materije su esencijalni nutrijenti koji se u hrani nalaze u malim koncentracijama. U prirodi ih ima u zemljištu i u vodi odakle dospevaju u biljne i životinjske organizme. Nalaze se u skoro svim namirnicama, ali njihova koncentracija u biljnim izvorima može varirati u velikoj meri u zavisnosti od lokalnih uslova zemljišta. Najznačajniji minerali su: natrijum, kalijum, kalcijum, magnezijum, hloridi, fosfor, sumpor, gvožđe, cink, jod, bakar, mangan, fluor, hrom, selen. Za razliku od organskih komponenti hrane, minerali se ne mogu uništiti termičkom obradom. Do njihovog gubitka, odnosno smanjenja dolazi tokom nekih tehnoloških postupaka. Na primer, prilikom mlevenja žita i mahunarki.

Minerali se resorbuju iz hrane u različitim količinama. Tako se skoro sav natrijum resorbuje u digestivnom traktu iz hrane, dok se svega 10% gvožđa može resorbovati na taj način. Za razliku od ugljenih hidrata, lipida i proteina, na apsorpciju minerala iz hrane utiču i drugi sastojci hrane, posebno fitinska kiselina, tanini i oksalati koji su prisutni u mahunarkama. Minerali imaju brojne različite i važne uloge u organizmu: najčešće ulaze u sastav enzima kao ko-faktori; čine neophodne strukturne komponente skeleta; učestvuju u ćelijskoj funkciji, neurotransmisiji i u mnogim metaboličkim procesima.

3 Poširanje predstavlja proces kuvanja hrane u vodi ili drugoj tečnosti pri temperaturi oko 70-80 °C. Tečnost ne sme da proključa, tj. ne sme da dostigne temperaturu do 100 °C.

3.5.3. Boje i pigmenti

Boja hrane može da potiče iz više izvora, a jedan od glavnih među njima su biljni i životinjski pigmenti. Pigmenti su prirodne supstance koje biljnim ili životinjskim ćelijama daju boju. Glavni pigmenti u biljkama su: hlorofil, karotenoidi, betalaini i flavonoidi i dr. Hlorofil, na primer, daje zelenu boju zelenoj salati i grašku. Karotenoidi su žutonarandžasti pigmenti koji se nalaze u biljkama i morskim algama. Prirodni karotenoidi uključuju karoten (u šargarepi), likopen (u paradajzu), kapsantin (u crvenoj paprici) i astaksantin od kojeg potiče ružičasta boja lososa, jastoga i škampi. Karoten je prisutan u svom zelenom povrću, ali nije vidljiv, jer hlorofil maskira njegovu boju. Antocijanini su fenolna jedinjenja i doprinose širokom spektru boja hrane - od ljubičaste, preko plave, do crvene i narandžaste (grožđe, borovnice, šljive i dr.). Betalaini su grupa pigmenata koji sadrže crvene betacijanine i žute betaksantine, a najčešće se nalaze u cvekli i amarantu. Oksimioglobin daje mesu crvenu boju.

Prirodni pigmenti su podložni hemijskim promenama tokom prerada hrane. Relativno su nestabilni i lako se razgrađuju termičkom obradom, zatim u prisustvu kiseonika, kao i pod dejstvom svetlosnih zraka ili usled promene pH vrednosti. Termička obrada pri visokim temperaturama menja skoro sve prirodne pigmente hrane. Mehanička obrada hrane, kao što je mlevenje i seckanje, takođe menja boju hrane, jer se pigmenti pri dodiru sa kiseonikom iz vazduha menjaju.

Mere za održavanje **hlorofila** pri termičkoj obradi bile bi: poseban režim termičke obrade (visoka temperatura i kratko vreme termičke obrade); nivo dodate voda ne sme da prelazi sloj povrća; sud treba da bude otvoren (kod lisnatog povrća), ili se poklopac povremeno podiže (kod drugog povrća).

Mere održavanja **karotenoida** u namirnicama podrazumevaju da se vreme između pojedinim faza mehaničke obrade maksimalno skрати da ne bi došlo do enzimске oksidacije karotenoida. Pošto su karotenoidi otporniji na delovanje visokih temperatura nego na oksidaciju, njih treba kuvati u zatvorenim posudama.

Za **antocijanine** se može reći da su otporniji prema dejstvu visokih temperatura, nego prema oksidaciji do koje dolazi pod dejstvom kiseonika iz vazduha.

Do formiranja specifične boje hrane dolazi i prilikom delovanja toplote na šećere, pri čemu dolazi do karamelizacije. Tamna boja hrane može biti rezultat hemijske reakcije između šećera i proteina, koja se naziva reakcijom smeđe boje ili *Maillard*-ovom reakcijom. Promene boje hrane takođe se dešavaju kada organske hemikalije prisutne u hrani dođu u kontakt sa vazduhom. Primer takve reakcije jeste tamnjenje sečene površine jabuke. U svakom slučaju, boja većine jela rezultat je udruženog delovanja više prethodno navedenih faktora, što sve govori o složenosti procesa koji dovode do finalne boje hrane.

3.5.4. Oksidanti i antioksidanti

Kiseonik koji izaziva oksidaciju sastojaka hrane uvek je prisutan u namirnicama i oko njih, mada njegovo prisustvo može biti svedeno na minimum posebnim načinima pakovanja hrane (vakuum, modifikovana atmosfera). Određeni metali, poput bakra i gvožđa podložni su oksidaciji. To je jedan od razloga što je nekađašnja ambalaža napravljena od tih metala uglavnom zamenjena ambalažom od nerđajućeg čelika. Osim adekvatne ambalaže, za sprečavanje oksidacije značajni su antioksidanti koji se nalaze u samoj hrani. Kao što mu i samo ime govori, antioksidant teži da spreči oksidaciju. Antioksidanti su jedinjenja koja štite ćelije od oštećenja izazvanih oksidacijom. Prirodni antioksidanti koji se mogu naći u hrani su: lecitin (on je, takođe, i emulgator), karoten, vitamini C i E, selen, polifenolna jedinjenja (na primer, flavonoidi) i određene aminokiseline koje sadrže sumpor.

U cilju sprečavanja oksidativnih promena, hrani se, pored vitamina C i E, dodaju i ekstrakti začina kao što su karanfili, cimet i ruzmarin. Naravno, osim prirodnih antioksidanata koji se nalaze u hrani, hrani se u procesu proizvodnje dodaju i veštački antioksidanti u obliku aditiva.

3.5.5. Konzervansi

Konzervansi su jedinjenja koja imaju antimikrobno dejstvo, a ponekad i antioksidativnu aktivnost. Koriste se u cilju produženja roka trajanja hrane. Najčešće korišćeni konzervansi su: etanol, so, šećer, ekstrakt semenki grožđa, sirćetna, limunska i askorbinsku kiselina.

3.5.6. Prirodni otrovni sastojci

Tokom evolucije biljke su razvile svoj odbrambeni mehanizam, odnosno sposobnost da grade mnoga jedinjenja koje ih štite od biljojednih životinja. Nije iznenađujuće da neka od ovih jedinjenja mogu biti toksična i za čoveka. Postoji veliki broj hemijskih jedinjenja u biljkama koja mogu imati toksičan efekat kada se hrana koja ih sadrži konzumiraju u većim količinama. To su pre svega neki proteini koji imaju svojstvo da inhibiraju proteazu u mahunarkama, krompiru i žitima; hemaglutininski proteini u pasulju; cijanogeni glukozidi u semenkama voća (kajsije, breskve, jabuke), semenkama lana, gorkom bademu i pasulju; tiramin u siru; avidin u belancetu; tiaminaze u mesu ribe. Mada se većina od ovih prirodno prisutnih otrovnih supstanci inaktivira prilikom termičke obrade namirnica, one, ipak, predstavljaju opasnost koja vreba iz hrane i kao takve relevantne su za njenu bezbednost.

3.5.7. Prirodni emulgatori

Jedinjenja koja održavaju masti raspršene u vodi ili kapljice vode raspršene u mastima nazivaju se emulgatori. Bez emulgatora, majonez ne bi imao poznata svojstva, već bi se razdvojio u dva sloja - sloj vode i sloj ulja. Emulzija (mešavina ulja i vode) majoneza je stabilna zahvaljujući žumancetu koji sadrži prirodni emulgator – lecitin. Lecitin i drugi fosfolipidni emulgatori prisutni su u tkivu životinja i biljaka, u jajima, u mleku i u krvi.

3.5.8. Organske kiseline

Prirodne kiseline, poput limunske kiseline u narandži i limunu, jabučne kiseline iz jabuka i vinske kiseline iz grožđa obezbeđuju održivost hrane, jer sprečavaju rast bakterija, a time i kvarenje hrane. Proces fermentacije u nekim namirnicama služi upravo za to da se stvore organske kiseline koje imaju takvo svojstvo. Primer za to je fermentacija kupusa pri kojoj nastaje mlečna kiselina, ili fermentacija soka od jabuke koja omogućava da se najpre dobije alkohol, a zatim (fermentacijom alkohola) sirćetna kiselina, odnosno jabukovo sirće. U proizvodnji sira, bakterijska starter kultura dodaje se mleku kako bi se stvorila mlečna kiselina.

Osim što daju ukus i pomažu u očuvanju hrane, organske kiseline imaju uticaj na teksturu hrane, jer stupaju u reakcije sa proteinima, skrobom, pektinima, gumama i drugim sastojcima hrane.

Primer tipičnih tekstura hrane koje nastaju zahvaljujući reakcijama organskih kiselina sa sastojcima hrane su: gumena ili lomljiva struktura čedar sira, elastičnost testa, čvrstina pudinga, viskozitet šećernih sirupa.

3.5.9. Enzimi

Enzimi su biološki katalizatori koji učestvuju u širokom spektru biohemijskih reakcija. Čak i nakon što je biljka ubrana ili životinja usmrćena, većina enzima nastavlja svoju aktivnost i utiče na odvijanje specifičnih hemijskih reakcije.

3.5.10. Arome

Samo u kafi identifikovano je na stotine sastojaka od čije količine i kombinacija zavisi njena aroma (miris i ukus). Ove organske hemikalije su veoma osjetljive na vazduh, toplotu i interakciju sa drugim jedinjenjima. Aroma kafe, mleka, termički obrađenog mesa, kao i većine drugih namirnica postaje manje izražena sa protokom vremena. Postoje, međutim, izuzeci od toga, kada se, kako vreme odmiče, aroma poboljšava. Dobar primer za to jeste sazrevanje sira i odležavanje vina.



PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Šta je predmet izučavanja tehnologije hrane?
- Podele hrane.
- Sastav hrane.
- Ugljeni hidrati u hrani.
- Prehrambena vlakna u hrani.
- Proteini u hrani.
- Promene na proteinima hrane.
- Kvalitet proteina.
- Lipidi u hrani.
- Struktura masnih kiselina.
- Promene na mastima i uljima.
- Transmasne kiseline u hrani – nastanak.
- Mikronutrijenti u hrani.

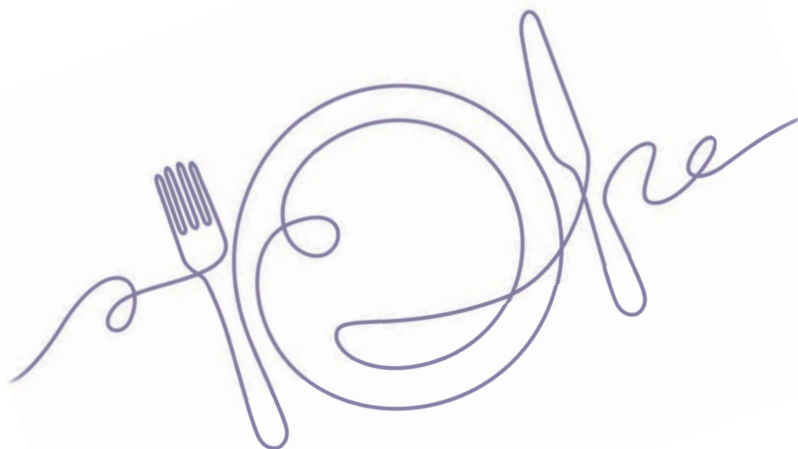
Prvi deo
2. POGLAVLJE

KVALITET HRANE



KVALITET HRANE

Hrana je neophodna za odvijanje osnovnih životnih procesa. Njene glavne uloge u organizmu su: gradivna, energetska, zaštitna i regulatorna. Istovremeno, ona ima izvesnu socijalnu ulogu, jer adekvatna ishrana omogućava čoveku da na zadovoljavajući način obavlja svoje socijalne funkcije. Međutim, hrana može imati i ulogu u nastanku oboljenja ljudi, što se događa kada čovek konzumira nebezbednu hranu – hranu štetnu po zdravlje. Naime, nepravilna ishrana može biti uzrok nastanka različitih oboljenja. Konzumiranje nebezbedne (štetne) hrane, pogotovu u dužem periodu, ima redovno za posledicu narušavanje zdravlja. Imajući sve to u vidu, jasno je da hrana mora imati određeni kvalitet, što je, uostalom, i zakonska obaveza proizvođača hrane, a i razumljiv zahtev potrošača. Kada je reč o zahtevima tržišta, kvalitet hrane je ono na čemu, između ostalog, počiva konkurentnost ponuđača (prodavca), jer od kvaliteta u velikoj meri zavisi odluka o kupovini. Potrošači su sve zahtevniji, odnosno probirljiviji. Žele hranu koja je „lagana“, sveža, neopterećene različitim „sumnjivim“ aditivima; hranu koja je što manje prerađena; hranu koja je u skladu sa savremenim trendovima u ishranim (da ima smanjen sadržaj masti, da sadrži nizak nivo šećer, da je značajan izvor vlakana i sl.). To podrazumeva da proizvodi koje čovek koristi kao hranu treba kontinuirano da se ispituju, odnosno kontrolišu s ciljem da se spreči unošenje štetnih materija u organizam, tj. da hrana bude bezbedna i da, istovremeno, u njoj budu u dovoljnoj meri i u adekvatnom odnosu zastupljene sve hranljive materije – da hrana bude kvalitetna.



1. DEFINICIJA KVALITETA HRANE

Najšira definicija kvaliteta mogla bi da glasi: kvalitet nekog proizvoda čine sve njegove osobine koje govore o tome koliko on odgovara svojoj nameni i ispunjava očekivanja korisnika. Kada je reč o hrani, elementi (parametri) preko kojih se iskazuje njen kvalitet svrstani su u pet grupa faktora (svojstava). To su: higijensko-toksikološki (Qht), tehnološki (Qt), nutritivno-fiziološki (Qnf), senzorni (Qs) i tržišno-potrošački (Qtp) faktori (*tabela 2*).

U *higijensko-toksikološke* faktore (svojstva) kvaliteta ubrajaju se tri grupe opasnosti: biološke (bakterije, paraziti, plesni...), hemijske (rezidue antimikrobnih lekova, toksini...) i fizičke (strana tela). *Tehnološki faktori* kvaliteta su: odnos vode, masti i proteina, tekstura proizvoda, stanje proteina, pH, aktivnost vode, sastav masti i sl. *Nutritivni faktori* obuhvataju zastupljenost pojedinih hranljivih i esencijalnih komponenti hrane, kao što su proteini, masti, minerali i vitamini. Grupu *senzorskih faktora* kvaliteta čine: spoljašnji izgled proizvoda, tekstura, boja, miris, ukus, sočnost i mekoća. *Tržišno-potrošačkim faktorima* pripadaju ponuda i potražnja, cena, navike potrošača, običaji, socijalna struktura i veroispovest.

Tabela 2. Faktori kvaliteta

Osnovne grupe faktora kvaliteta				
Hemijsko-toksikološki (Qht)	Tehnološki (Qt)	Nutritivno-fiziološki (Qn)	Nutritivno-fiziološki (Qn)	Tržišno-potrošački (Qtp)
bakterije plesni virusi	struktura konzistencija viskoznost	proteini aminokiseline masti	opšti izgled izgled preseka boja	ponuda potražnja cena
a_w vrednost	boja	masne kiseline	miris	kvalitet
biološke rezidue	udeo vode	vitamini	ukus	socijalna struktura
hemijske rezidue	stanje masti	mineralne materije	mekoća	vera (religija)
radionukleidi	stanje proteina pH vrednost	svarljivost	struktura sočnost	navike običaji

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Grujić i Radovanović (2007)

Kvalitet hrane može se posmatrati u širem i užem smislu. **Pod kvalitetom hrane u širem smislu** podrazumeva se higijenska ispravnost hrane koja obuhvata: bakteriološku i parazitološku ispravnost, prisutnost štetnih materija i organoleptičku ispravnost. **Pod kvalitetom u užem smislu** podrazumevaju se fizičke, hemijske i senzorske (organoleptičke) osobine hrane. U okviru ovog udžbenika kvalitet hrane se posmatra u užem smislu, kao stepen izvrsnosti hrane koji pre svega podrazumeva: spoljašnji izgled, miris, ukus i nutritivni sadržaj prehrambenih proizvoda.

Fizičko-hemijske karakteristike prehrambenih namirnica, kojima se pretežno bave tehnolozi hrane, predstavljaju jedan segment kvaliteta u užem smislu. Zapravo, zadatak tehnologa u ovom slučaju jeste da definišu postupke za dobijanje proizvoda po želji potrošača, koji je ujednačenog kvaliteta, a pri tome u granicama specifikacija i/ili zakonskih odredbi datih za taj proizvod. Na primer, minimalan sadržaj proteina ili maksimalan sadržaj proteina vezivnog tkiva u proizvodima od mesa bile bi neke od specifikacija koje treba da se zadovolje, kako bi proizvod u pogledu fizičko-hemijskih osobina ispunjavao kriterijume kvaliteta u užem smislu. Subjektivna dimenzija kvaliteta je kvalitet doživljen od strane potrošača. To su u stvari senzorske osobine nekog proizvoda koje potrošači na svom nivou poznavanja svojstava proizvoda najpre zapaze.

2. FIZIČKE I FIZIČKO-HEMIJSKE KARAKTERISTIKE HRANE

Fizičke i fizičko-hemijske karakteristika hrane usko su povezana sa sastavom hrane (sadržaj makronutrijenata, mikronutrijenata, koncentracija soli) i od velikog su značaja za njen kvalitet i održivost.

U **Fizičke osobine** namirnica spadaju gustina, viskozitet, tekstura i sl.

Gustina neke supstance jednaka je odnosu njene mase i zapremine pri temperaturi od 20 °C. Gustina namirnica nije konstantna i menja se sa promenom temperature. Pri višim temperaturama gustina se smanjuje i obratno.

Viskoznost predstavlja otpor kojim se pojedini slojevi tečnosti suprotstavljaju kretanju jednog u odnosu na drugi. Za neko telo koje stalno menja svoj oblik pod dejstvom pritiska na njegovu površinu kaže se da je viskozno. Mleka, na primer, imaju nisku viskoznost (tečna su); jogurti i prelive za salatu imaju prosečnu viskoznost (retki su), dok su kikiriki maslac i med visoko viskozni. Viskoznost koja se, inače, smanjuje sa porastom temperature u velikoj meri utiče na teksturu hrane.

Tekstura hrane je osobina nastala kombinacijom fizičkih svojstava hrane i osobina opaženih čulom dodira (palpacija, žvakanje), čulom vida i čulom sluha.

U fizičke osobine hrane mogu se svrstati još i oblik i veličina.

Fizičko-hemijske osobine su fizička svojstva hrane usko povezana sa njenim hemijskim sastavom. U te osobine spadaju: aktivnost vode (a_w vrednost), pH vrednost sredine i oksido-redukcioni potencijal (redoks potencijal).

Aktivnost vode. Voda je osnovni rastvor i neophodna je za odvijanje svake reakcije u živim sistemima i, samim tim, utiče na rast i razmnožavanje mikroorganizama. Voda koja se nalazi u hrani nije uvek dostupna mikroorganizmima, već je dostupna samo takozvana "slobodna voda". Sadržaj dostupne vode, tj. vode koju mikroorganizam može koristiti za svoju metaboličku aktivnost jeste aktivnost vode (a_w vrednost). Pošto je slobodna voda samo jedan deo ukupne vode sadržane u hrani, a_w vrednost svih namirnica (osim same vode) manja je od 1. Procenat slobodne, odnosno dostupne vode u hrani, a time i a_w vrednost može se smanjiti različitim postupcima konzervisanja hrane.

Kiselost sredine (pH vrednost) predstavlja koncentraciju vodonikovih jona. Vrednost pH može se kretati od 1 (kisela sredina) do 14 (bazna sredina). Sve namirnice imaju određen stepen kiselosti. Naime, mogu biti neutralne (pH = 7; voda), kisele (pH < 7; povrće) i bazne (pH > 7; jaja). Optimalna pH vrednost sredine za razvoj većine mikroorganizama je oko 7,0 (neutralna sredina).

Kvasci se najbolje razvijaju u sredini čiji je pH između 4,0 do 4,5 (kisela sredina), dok plesni podnose i širi opseg pH (od 2,0 do 8,0), mada je i njihov razvoj uglavnom intenzivniji u kiseloj sredini.

Oksido-redukциони (redoks) potencijal (Eh vrednost) hrane je merilo njene oksidacije/redukcije, tj. merilo sposobnosti primanja elektrona (redukcija) ili njihovog otpuštanja (oksidacije). Pri svakom primanju ili otpuštanju elektrona, dolazi do promene oksido-redukcionog potencijala (Eh vrednost). Oksidisani supstrati imaju pozitivan, a redukovani negativan redoks potencijal. Tako, hrana koja stoji na vazduhu ima pozitivan redoks potencijal (oksidovana je u prisustvu kiseonika). Eh vrednost hrane je veoma značajan faktor sa stanovišta njene održivosti, budući da najčešći uzročnici kvarenja hrane, a to su mikroorganizmi, imaju različite afinitete prema hrani u zavisnosti od njenog oksidacijsko-redukcijskog potencijala.

Hemijska svojstva hrane determinisana su sadržajem i međusobnim odnosom određenih mikro i makroelementa u njoj.

3. SENZORSKE KARAKTERISTIKE HRANE

Kada se potrošač opredeljuje za određenu vrstu hrane, on pri tome skoro neizostavno uzima u obzir utiske koje je o njoj stekao pomoću čula vida, čula mirisa, čula ukusa, čula dodira, pa i čula sluha. Svojstva hrane koja se prepoznaju navedenim vrstama opažanja nazivaju se senzorskim karakteristikama hrane i predstavljaju značajne faktore kvaliteta. U zavisnosti od toga kako se opažaju, ova svojstva svrstana su u tri kategorije. To su: izgled, tekstura i aroma.

Izgled hrane predstavlja kombinaciju njene boje i osobina kao što su oblik, veličina, konzistencija, sjaj, providnost i sl.

Tekstura hrane opisuje se osobinama hrane kao što su tvrdoća, mekoća, sočnost, viskoznost, elastičnost, konzistencija, lomljivost i dr.. Tekstura hrane prvenstveno je određena sadržajem vode, zatim sadržajem lipida, količinom i vrstom ugljenih hidrata u njoj (skrob, celuloza, pektin), kao i prisutnim proteinima.

Aroma hrane pod kojom se podrazumeva njen miris i ukus, često predstavlja glavno svojstvo hrane, odnosno glavni faktor kvaliteta hrane na osnovu kojeg se potrošač opredeljuje za neku vrstu namirnica.

4. OCENA KVALITETA HRANE

U skladu sa zahtevima savremenog potrošača, kvalitet hrane može se definisati kao mera njenih svojstava (karakteristika) i kao izraz njene prihvatljivosti na osnovu stepena doživljenog zadovoljstva. Značenje termina "mera svojstava (karakteristika)" odnosi na objektivno utvrđen kvalitet hrane na bazi objektivno utvrđenih svojstava (primenom adekvatnih metodoloških postupaka i mernih instrumenata). Značenje termina "izraz prihvatljivosti" ukazuje na subjektivni pristup oceni kvaliteta koji počiva na oceni prihvatljivosti proizvoda od strane potrošača, bazirane na stepenu zadovoljstva hranom koje je on (potrošač) doživeo prilikom njenog konzumiranja. Naravno, iskazivanje tako formiranog utiska o hrani ne mora da bude, i najčešće nije, veran odraz objektivnog stanja kvaliteta.

Rezultati analitičkog ispitivanja i merenja svojstava kvaliteta iskazuju su numeričkim vrednostima u određenim jedinicama mere. Kao takvi oni su neosporno objektivniji, precizniji i pouzdaniji pokazatelji kvaliteta u poređenju sa onim dobijenim na bazi subjektivnog utiska ocenjivača koji su, rukovodeći se doživljenim (ne)zadovoljstvom, označili neku hranu kao "kvalitetnu" ili kao „nekvalitetnu“.

Metode i postupci kojima se ocenjuje kvalitet namirnica mogu se klasifikovati na različite načine. Jedan od često korišćenih kriterijuma klasifikacije jeste to koja svojstva kvaliteta se žele da utvrde, odnosno koje prirode su očekivani rezultati. Polazeći od tih kriterijuma, utvrđivanje kvaliteta hrane može se obaviti na sledeće načine:

- **fizičkim ispitivanjima** – rezultat ispitivanja su pokazatelji fizičkih svojstava hrane (gustina, konzistencija, viskozitet i sl.);
- **fizičko-hemijskim ispitivanjima** - rezultat ispitivanja su pokazatelji fizičkih svojstva hrane neposredno vezanih za njen hemijski sastav (pH vrednost, redoks potencijal, aktivnost vode i sl.);
- **hemijskim ispitivanjima** - rezultat ispitivanja su pokazatelji hemijskog sastava hrane (sadržaj pojedinih ključnih jedinjenja);
- **senzorskim ispitivanjima** – rezultat su ocene senzorskih osobina hrane (boja, izgled, tekstura, ukus, miris).

Ocena kvaliteta hrane na osnovu fizičkih, fizičko-hemijskih i hemijskih parametara izvodi se na osnovu rezultata laboratorijskih ispitivanja uz korišćenje različite opreme i aparata odgovarajućih performansi. Ovim se omogućava precizno merenje odabranih osobina, odgovarajuća statistička obrada podataka i adekvatna (kvantitativna i kvalitativna) analiza dobijenih rezultata.

Kvalitativna analiza služi za određivanje vrste materije koja se nalazi u namirnici, a kvantitativna analiza služi za određivanje količine date materije. Dakle, kvalitativnom analizom određujemo šta se nalazi u namirnici, a kvantitativnom analizom određujemo u kojoj količini se nalazi. Prema tome, kao krajnji ishod primene objektivnih metoda ispitivanja treba da se dobiju pouzdane i objektivne informacije o kvalitetu hrane (fizičke, fizičko-hemijske i hemijske karakteristike).

Ocena kvaliteta hrane na osnovu senzorskih osobina oslanja se na senzorska ispitivanja hrane korišćenjem ljudskih čula. Reč je o proceni prihvatljivosti hrane na osnovu stepena doživljenog zadovoljstva tokom konzumacije, pri čemu se u ulozi procenjivača – konzumenata nalaze za to kompetentni stručnjaci. Dakle, u ovom slučaju, krajnji ishod ispitivanja je mišljenje stručnjaka o kvalitetu hrane u smislu njene prihvatljivosti (dopadljivosti).

4.1. SENZORSKA ANALIZA HRANE

Senzorska analiza hrane je naučna disciplina koja se bavi merenjem, analizom i interpretacijom onih osobina hrane koje se opažaju našim čulima (vid, ukus, miris, dodir i sluh). Senzorskom analizom se zapravo određuju sve one osobine namirnica (izgled, boja, miris, ukus, konzistencija i dr.) koje se uglavnom ne mogu odrediti nekim drugim, objektivnim postupcima. Senzorska analiza daje odgovore o kvalitetu hrane koji se mogu svrstati u tri osnovne kategorije, a to su: opis (deskripcija), diskriminacija (utvrđivanje razlika između dva ili više uzorka) i preferencija (prihvatljivost, dopadljivost).

Danas je senzorska analiza priznat postupak ispitivanja hrane, čemu je najviše doprinela standardizacija vezana za ovu oblast. Standarde propisuje međunarodna organizacija za standardizaciju, što za rezultat ima povećanje objektivnosti senzorske analize. To je prepoznatljivo u svim njenim aspektima, počev od izbora, obuke, treninga i pripreme ocenjivača, preko uređenje prostorija za senzorsku analizu hrane i pripreme uzoraka hrane za senzorsku analizu, do izbora i primene određene metode senzorske analize.

Postojanje standarda obezbeđuje da odgovori čovekovih čula mogu da budu kontrolisani i standardizovani, tako da se subjektivni uticaj prilikom izvođenja senzorske analize svede na najmanju moguću meru, kao i da se jednom sprovedeno ispitivanje izvodi uvek na jedinstven način, u kontrolisanim i unapred definisanim uslovima sredine.

4.1.1. Tehnike ispitivanja u senzorskoj analizi

Čovekova čula su sredstvo putem koga on održava kontakt sa stvarima koje ga okružuju. To su: čulo sluha, čulo dodira, čulo mirisa, čulo ukusa i čulo vida. Kada je reč o hrani, čula nam omogućavaju da dobijemo informaciju o tome da li je nešto dobro za jelo ili nije, i da li predstavlja izvor zadovoljstva i estetskog užitka. U senzorskoj analizi hrane čula su ujedno i „merni instrumenti“ kojima se procenjuju i vrednuju namirnice koje su predmet analize.

Shodno čulima koje koristimo prilikom senzorske analize, tehnike ocenjivanja hrane su:

- vizuelna tehnika – opažanje čulom vida;
- olfaktivna tehnika - opažanje čulom mirisa;
- gustativna (oralna) tehnika - opažanje čulom ukusa;
- palpatorna tehnika - opažanje - čulom dodira i
- audijska tehnika - opažanje čulom sluha.

Osnovu senzorskih utisaka predstavljaju čulne ćelije tj. receptori čovekovih čula. Receptori reaguju na nadražaje iz ispitivane namirnice, a primljene impulse prenose do odgovarajućih regija u mozgu. Prvo se javljaju vizuelni utisci (oblik, veličina, boja), zatim dolazi do stimulacije olfaktivnih receptora (miris), a potom nastaje senzacija ukusa i drugih fenomena u okviru gustativne regije. Nekada, za pojedine namirnice od značaja su određeni mehanički (dodir - palpacija) i audijski (sluh) utisci. Sve navedene osobine i stepen njihove pojedinačne izraživosti i međusobni odnosi utiču na to da se stekne određeni utisak o senzorskim svojstvima kvaliteta ispitivane hrane.

4.1.1.1. *Senzacija vida*

Prva zapažanja o senzorskim atributima kvaliteta proizvoda nastaju posmatranjem - korišćenjem čula vida. Prilikom vizuelne ocene kvaliteta hrane, istovremeno dolazi do registrovanja više osobina hrane koji zajedno čine vizuelne utiske o proizvodu (boja, oblik, površina, struktura i drugi utisci). Subjektivni vizuelni utisci kod potrošača prilikom kupovine neretko predstavljaju odlučujući momenat o proceni kvaliteta hrane i odluci o kupovini iste. Ujedno, boja za potrošače često predstavlja ključni element kvaliteta. Može se reći da je među svim vizuelnim vizuelnim utiscima, boja jedan od najznačajnijih pokazatelja kvaliteta hrane u smislu njene prihvatljivosti.

4.1.1.2. Senzacija dodira

Čulom dodira, naročito vrhovima prstiju (prilikom dodira i lomljenja uzoraka hrane) ili jezikom (prilikom žvakanja), registruju se različiti utisci o hrani (hrapavo, glatko, kašasto, hrskavo i sl.). Informacije koje dobijamo putem čula dodira o teksturi govore nam o strukturalnom sastavu i kompoziciji hrane. Ovo ne znači da čulo vida ne doprinosi saznanju o tome da li je neka namirnica npr. hrapava ili glatka po površini, ali su, ipak, kada je reč o ovom atributu kvaliteta, informacije koje dobijemo putem čula dodira od primarnog značaja, tako da čulom vida samo upotpunjujemo utisak stečen dodiranjem. Kada namirnica u toku žvakanja dođe u kontakt sa receptorima u ustima (jezik, nepce i dr.), nastaje čitava serija senzacija koje daju brojne informacije o kvalitetu hrane, kao što su: *veličina, oblik, tekstura, lepljivost, žilavost, vlažnost, hrskavost, kohezivnost* (odnosi se na stepen do kojeg proizvod može biti deformisan pre nego što se prelomi, na primer karamela i guma za žvakanje), *elastičnost* (odnosi se na brzinu i stepen vraćanja nakon primene sile deformacije; plastično – margarin; savitljivo – *manchmelou*; istegljivo – lignje), *lomljivost* (odnosi se na silu koja je potrebna da se proizvod usitni u mrvice ili komade).

4.1.1.3. Senzacija sluha

Sluh predstavlja jedno od pet čula uz čiju pomoć smo u mogućnosti da čujemo zvuke koji nas okružuju. Zvučni utisci koji se registruju, bilo tokom pripremanja hrane ili prilikom žvakanja, imaju određen uticaj na formiranje mišljenja o kvalitetu proizvoda.

4.1.1.4. Senzacija mirisa

Čulo mirisa, zajedno sa čulom ukusa, spada u grupu hemijskih čula. Čovek je u stanju da detektuje oko 10.000 različitih mirisa, a da razlikuje oko 5.000. U gornjem i zadnjem delu nosne šupljine čoveka smeštena je glavna „mirisna regija“ gde se nalaze receptori za mirise (olfaktivni receptori). Da bi mirisna supstanca nadražila čulo mirisa, ona mora da bude isparljiva, kako bi u gasnoj fazi stigla u nosnu šupljinu; mora da se rastvara u vodi, kako bi mogla da prođe sloj sluzi koja oblaže mirisni epitel; mora da je liposolubilna, odnosno da može da prolazi kroz ćelijsku membranu.

Miris koji izaziva stimulaciju mirisnih receptora stiže do mirisne regije na dva načina:

- ortonazalno - miris se usisava kroz nosne otvore (njuši) i
- retronazalno - miris stiže iz usne duplje prilikom žvakanja i gutanja.

S obzirom na to da se mirisna materija unosi jelom ili pićem, sama percepcija mirisa može biti različita, jer se njen doživljaj meša sa nadražajem receptora za ukus, dodir i sluh. Retronazalni način unošenja mirisa utiče i na intenzitet ukusa materija koje se unose oralno.

4.1.1.5. *Senzacija ukusa*

Senzacije ukusa i mirisa omogućavaju nam da razlikujemo hranu koja je ukusna od one koja to nije i da na taj način steknemo utisak o njenom kvalitetu. Senzaciji ukusa znatno doprinosi senzacija mirisa, kao i fizička konzistencija hrane koja se zapaža kao senzacija čula dodira u ustima. Na senzaciju ukusa utiču i neki sastojci koji su dodati hrani, kao što je, na primer, biber koji stimulise nervne završetke za bol. Receptori za ukus su u najvećem broju smešteni na gornjoj površini jezika, ali ih ima i u nepcu i u grlu. Iako čovek može razlikovati na stotine različitih ukusa, pretpostavlja se da su to sve kombinacije četiri osnovna modaliteta ukusa. To su: slatko, slano, kiselo i gorko. Slatko i slano se uglavnom osećaju na vrhu jezika, kiselo na dvema bočnim stranama jezika, a gorko na zadnjem delu jezika i mekom nepcu (*slika 9*).

Kikumae Ikeda, naučnik sa Univerziteta u Tokiju, otkrio je (1908. godine) da glutamat (jonizovani oblik aminokiseline - glutaminske kiseline) izaziva jedinstveno čulo ukusa koje se nije moglo okarakterisati nijednim do tada poznatim ukusom. Novi ukus nazvao je „umami“, što na japanskom znači „ukusan“. Njegovo postojanje potvrdili su (2000. godine) i naučnici sa Univerziteta u Majamiju, te ga neki autori smatraju petim osnovnim modalitetom ukusa. S obzirom na to da se natrijum-glutamat u velikim količinama koristi u azijskoj kuhinji, prepoznatljiv ukus „kineskog restorana“ je u stvari ukus glutamata. Inače, natrijum-glutamat nalazi se prirodno i u ribi, mleku, paradajzu, parmezanu, ali se i industriji proizvodi (kao mono-natrijum-glutamat) i koristi kao pojačivač ukusa u mnogim proizvodima, kao što su koncentrovane supe, slatkiši i dr.

Slika 9. Receptori za pet modaliteta ukusa



Izvor: Preuzeto i adaptirano sa: <https://www.vectorstock.com/royalty-free-vector/human-tongue-basic-taste-areas-smack-map-in-mouth-vector-21042432>

Pod aromom se podrazumevaju svojstva hrane koja su opažaju kako senzacijom čula ukusa, tako i senzacijom čula mirisa. Prema tome, aroma je senzacija koja nastaje nadraživanjem i interakcijom čula mirisa i čula ukusa.

5. PROMENE KVALITETA HRANE

Hrana je biološki materijal i razumljivo je da se vremenom u njoj odvijaju određene promene različitog stepena. To (skoro uvek) ima za posledicu promenu njenog kvaliteta, uglavnom u neželjenom smeru. Svako smanjenje kvaliteta hrane, bilo da je reč o smanjenju nutritivne vrednosti, promeni senzorskih karakteristika (mirisa, ukusa, boje i konzistencije), promene fizičkih i fizičko-hemijskih karakteristika ili porastu broja i/ili aktivnosti mikroorganizama, može se podvesti pod pojam kvarenja hrane u najširem smislu te reči. Jedan od ciljeva tehnologije hrane jeste da se promene koje se odvijaju u hrani spreče i/ili uspore, kako bi hrana što duže zadržala zahtevani (propisani) i traženi (poželjan) kvalitet. To se postiže pravilnim izborom i kombinacijom odgovarajućih sastojaka hrane i adekvatnim metodama konzervisanja, adekvatnim pakovanjem i odgovarajućim uslovima skladištenja. Jedan od najvažnijih zadataka nauke o hrani i tehnologije hrane jeste da utvrdi razloge, odnosno faktore kvarenja hrane i načine kontrolišanja njihovog delovanja.

5.1. KVARENJE HRANE

Kvarenje hrane nastaje kao posledica razlaganja pojedinih komponenti u namirnicama i predstavlja složen biohemijski proces. Ima mišljenja da se o kvarenju hrane može govoriti onda kada ona više nema senzorske karakteristike koje zahteva potrošač. Pojedini autori smatraju da kvarenje hrane nastaje onda kada je broj i/ili aktivnost patogenih mikroorganizama u njoj takav da može izazvati oboljenje onih koji je konzumiraju. Prema jednoj od definicija, kvarenje hrane nastupa onda kada su promene na jednom ili više hranljivih sastojaka takve da sastav hrane ne odgovara deklariranoj nutritivnoj vrednosti.

Početna faza kvarenja hrane može se uočiti po promeni boje, mirisa i teksture hrane. Različite fizičke, hemijske i mikrobiološke reakcije mogu dovesti do pojave kvarenja. Naravno, proces kvarenja izazvan jednim od ovih mehanizama može stimulisati početak drugih reakcija koje taj proces ubrzavaju. Temperatura, kiseonik, pH vrednost i prisustvo hemijskih jedinjenja glavni su faktori koji utiču na održivost hrane.

Vremenski period u toku kojeg hrana ima zahtevani kvalitet i bezbedna je za upotrebu naziva se rok trajanja hrane. Drugim rečima, rok trajanja hrane je datum do kojeg se garantuje da hrana može očuvati svoje osobine pri odgovarajućim uslovima skladištenja. Rok trajanja hrane označava se napomenom na pakovanju koja glasi: *“najbolje upotrebiti do”* ili *“upotrebiti do”*. Oznaka „upotrebljivo do“ koristi se za hranu koja je sa mikrobiološkog aspekta lako kvarljiva (mleko, meso, proizvodi od mesa i mleka, kuvano žito, salate) i koja posle isteka vremena označenog kao rok trajanja može predstavljati opasnost po zdravlje ljudi. To je gotovo uvek hrana koja zahteva temperaturni režim čuvanja, takozvani “hladni lanac”, odnosno čuva se pri temperaturama frižidera. Važno je imati u vidu da napomena “upotrebljivo do” znači preporuku da se hrana iskoristi do naznačenog datuma zbog bezbednosti hrane, dok se napomena “najbolje upotrebiti do” ne odnosi se na bezbednost hrane, već samo ukazuje na smanjenje kvaliteta hrane nakon isteka tog roka (dehidrirane supe, biskvit, keks, hleb). Osim toga, oznaka “najbolje upotrebiti do” nije određena zakonskim regulativama, već je proizvođači hrane sami određuju.

Uzorci, odnosno mehanizmi koji mogu dovesti do kvarenja hrane, ili učiniti da hrana postane štetna po zdravlje ljudi su:

- **aktivacija enzima prisutnih u hrani;**
- **oksidacija masti i ulja u hrani;**
- **rast i razmnožavanje mikroorganizama.**

Važno je da se napomene da je kvarenje hrane najčešće izazvano aktivnošću mikroorganizama (mikrobiološki kvar)!

Faktori kojima imaju uticaj na kvarenje hrane i koji se mogu kontrolisati su:

- *uslovi sredine* u kojoj se hrana čuva (temperatura, vlažnost, prisustvo kiseonika, svetlost) i
- **sastav hrane** (pH vrednost, aktivnost vode, sadržaj hranljivih materija).

Usled aktivacije enzima prisutnih u hrani, zatim usled oksidacije masti i ulja, kao i zbog rasta i razmnožavanja mikroorganizama, hrana je tokom skladištenja podložna **fizičkim, biohemijskim i mikrobiološkim promenama**.

5.1.1. Fizičke promene hrane tokom kvarenja

Kvarenje hrane izazvano fizičkim promenama u njoj tokom skladištenja najčešće je posledica lošeg rukovanja njome. Fizičkim promenama najčešće je izložena hrana kao što su hrskavičavi proizvodi, pržena, pečena ili zamrznuta hrana. Slično tome, fizička oštećenja svežeg voća i povrća, mogu biti mesta na kojima dolazi do razmnožavanja mikroorganizama, enzimskog tamnjenja i sušenja (zbog gubitka vlage). Još jedan od primera fizičkih promena usled kvarenja hrane je propadanje, odnosno destabilizacija emulzija u majonezu usled zamrzavanja ili niskih temperatura. Sve ove promene uglavnom su u vezi sa promenom sadržaja vode (a_w vrednost), kao i temperaturom skladištenja. Na primer, tropsko voće je veoma osetljivo na niske temperature, pa se vrlo retko zamrzava, zato što niske temperature dovode do fizičkih oštećenja njegovih ćelija.

5.1.2. Biohemijske promene hrane tokom kvarenja

U toku skladištenja hrane dolazi do hemijskih reakcija koje se odvijaju na komponentama hrane kao što su masti, ugljeni hidrati, proteini i drugi sastojci. Te reakcije dovode do promena boje, teksture, ukusa i mirisa hrane koji su neprihvatljivi za potrošače. Najčešći razlozi koji dovode do hemijskih reakcija su: temperatura skladištenja, izlaganje hrane svetlosti i kiseoniku, kao i aktivnost vode i pH vrednost hrane. Biohemijske promene hrane tokom skladištenja mogu biti posledica hemijskih reakcija koje nisu posredovane enzimima, ali i posledica enzimskih reakcija. Uopšteno se može reći da se hemijske promene u hrani koje su posredovane enzimskim reakcijama uglavnom odvijaju u neprerađenoj hrani biljnog i životinjskog porekla.

S druge strane, hemijske promene koje se odvijaju bez prisustva enzima karakteristične su za prerađenu hranu. Naravno, mnoge biohemijske promene u hrani posledica su mikrobiološke aktivnosti.

5.1.2.1. Hemijske reakcije bez posredovanja enzima

Za nastanak kvarenja hrane koja je termički tretirana ili je konzervisana na druge načine u toku kojih je došlo do inaktivacije enzima, odgovorne su hemijske promene koje nisu posredovane enzimima. Dve najvažnije neenzimske reakcije u hrani koje dovode do kvarenja su: oksidacija lipida i *Millard*-ova reakcija. Najčešća posledica ovih reakcija u hrani su promene ukusa i boje hrane.

Kvarenje masti usled oksidacije koja nastaje kao posledica prisustva kiseonika iz vazduha naziva se autooksidacija, jer nastali produkti ove oksidacije izazivaju dodatne (nove) oksidativne promene. Ovo je ujedno i najčešći način kvarenja masti i ulja poznat pod nazivom „užeglost“. Ova promena odvija se u nezasićenim masnim kiselinama, odnosno na dvostrukim vezama u lancima tih kiselina.

Od svih masti, oksidacionom kvarenju najviše je podložna svinjska mast. To se dešava zbog toga što u svinjskoj masti ima malo tokoferola koji je prirodni antioksidant. S druge strane, biljna ulja, uprkos tome što imaju visok sadržaj nezasićenih masnih kiselina, imaju veću održivost upravo zbog visokog sadržaja tokoferola.

Kao posledica oksidativnih promena dolazi do stvaranja složenih smeša raznih isparljivih aldehida, ketona i nižih masnih kiselina koje imaju neprijatan miris. U kom stepenu i kojom brzinom će doći do autooksidacije masti i ulja zavisi od njihovog sastava, uslovima čuvanja i prisutnosti sastojaka koji ubrzavaju, odnosno usporavaju ovu reakciju. Iako procesi autooksidacije masti i ulja u prisustvu kiseonika teku sami od sebe, toplota je faktor koji ih ubrzava. Pored toplote, autooksidaciju ubrzava i svetlost, pri čemu kao katalizatori tog procesa deluju i metali (gvožđe i bakar). Uzročnici ovog vida kvarenja hrane mogu takođe biti i mikroorganizmi.

Da bi se usporio proces autooksidacije, potrebno je smanjiti toplotu, isključiti svetlost (UV zraci), ukloniti vazduh i odstraniti druge katalizatore. Tako se, na primer, hladnim skladištenjem i upotrebom tamne ili neprozirne ambalaže, može znatno produžiti rok trajanja jestivih masti i proizvoda s mastima.

Još jedan vid biohemijskih promena u hrani koje potiču od oksidativnih procesa jeste oksidacija mioglobina. Ona je razlog što u prisustvu kiseonika crveni pigment u mesu može preći u smeđu boju.

Mailradova reakcija kao vid neenzimske reakcije jeste reakcija između ugljenih hidrata i proteina (neenzimsko tamnjenje). Ove reakcije su poželjene u proizvodnji pečenih proizvoda, jer daju karakterističnu boju (pečena kafa, kakao, pekarski proizvodi), ali su u nekim slučajevima nepoželjne, jer mogu dovesti i do stvaranja neprijatnih mirisa i ukusa u proizvodnji voćnih sokova, mlečnih proizvoda i piva.

5.1.2.2. Enzimski posredovane hemijske reakcije

Hemijske promene u hrani koje su uzrokovane enzimski posredovanim reakcijama uglavnom se odvijaju u neprerađenoj hrani biljnog i životinjskog porekla. Naime, u tkivima biljaka i životinja (nakon žetve i klanja) ostaju aktivni enzimi koji mogu izazvati promene u hrani tokom skladištenja i tako uticati na njen kvalitet. U hrani biljnog i životinjskog porekla ovi enzimi nastavljaju da regulišu odvijanje hemijskih reakcija koje mogu biti poželjne, ali ne u dužem vremenskom periodu. Njihovo dejstvo najizraženije je odmah nakon žetve ili klanja. Kao što je već istaknuto, enzimi su po prirodi proteini i mogu da se inaktiviraju (termičkom obradom, na primer).

U enzimski posredovane hemijske reakcije spadaju: oksidativne promene, hidrolitička užeglost masti i ulja, razlaganje proteina, putrefikacija i razlaganje pektina.

Oksidativne promene koje su katalizovane enzimima započinju nakon mehaničkog oštećenja tkiva. Nepoželjne promene se u ovom slučaju mogu zapaziti veoma brzo, od nekoliko minuta do nekoliko sati. Kod voća i povrća, na primer, pojava enzimskog tamnjenja je uglavnom vezana za aktivnost enzima polifenol-oksidade, a karakteriše se pojavom smeđe boje pri stajanju na vazduhu. Ova pojava je naročito izražena kod jabuke, kruške, breskve, banane, krompira, gljiva i leguminoza.

Do enzimskog tamnjenja voća dolazi uglavnom kod takozvanog neobojenog voća (jabuke, kruške, dunje). Kada se oštete ćelije voća, na primer prilikom ljuštenja i rasecanja, aktiviraju se enzimi polifenol-oksidge i peroksidaze. Tada dolazi do oksidacije polifenola, što se prepoznaje po tamnjenja oljuštene površine koja je u kontaktu sa vazduhom. Proces tamnjenja krompira nakon ljuštenja i rasecanja posledica je oksidacije aminokiseline tirozina u kontaktu sa kiseonikom iz vazduha. Enzimsko tamnjenje voća i povrća sprečava se potapanjem u vodu ili dodavanjem svežeg iscedenog limunovog soka.

Oksidativne promene na mastima i uljima uzrokovane su prisutnim mikroorganizmima i njihovim enzimima u onim slučajevima kada su masti deo neke namirnice u kojoj se, osim masti, nalazi voda i druge materije kao hranjivi supstrati mikroorganizama.

Oksidacija aminokiselina u mesu i mesnim proizvodima koji se čuvaju u frižideru, takođe je primer enzimski posredovanih hemijskih reakcija. U ovom slučaju, aminokiseline se konvertuju u organske kiseline i amonijak.

Hidrolitičke promene na mastima i uljima (hidrolitička užeglost) nastaju kao posledica razgradnja lipida izazvanog lipolitičkim enzimima. Taj proces praćen je stvaranjem produkata karakterističnog neprijatnih mirisa. Ovim promenama naročito su podložne masti u maslacu.

Razlaganje proteina (proteoliza) pod dejstvom proteolitičkih enzima ima za rezultat stvaranje aminokiselina koje mogu biti uzrok neprijatnog gorkog ukusa.

Putrefikacija je proces u kojem dolazi do anaerobne razgradnje aminokiseline pod dejstvom bakterija. Produkt toga procesa su amini i druge organske kiseline koje izazivaju pojavu neprijatnih mirisa. Putrefikacija se uglavnom javlja u mesu i drugoj hrani bogatoj proteinima, pri temperaturi iznad 15 °C.

Razlaganje (*hidroliza*) pektina nastaje u procesu zrenja voća i povrća, ali može biti podstaknuta i fizičkim oštećenjima usled kojih dolazi do aktivacije enzima (pektinaza) koji razlažu pektin.

5.1.3. Mikrobiološke promene hrane tokom kvarenja

Kao najčešći uzrok kvarenja hrane je prisustvo, rast, razmnožavanje i nago-milavanje produkata metabolizma mikroorganizama u hrani. Mikroorganizmi mogu negativno da utiču na kvalitet hrane jednim od sledećih mehanizama:

- stvaranjem vanćelijskih (ekstracelularnih) enzima koji mogu izazvati promene na strukturi osnovnih komponenti hrane, što, na primer, može da ima za posledicu nepoželjno omekšavanje hrane;
- stvaranjem enzima koji utiču na razlaganje makromolekula u hrani, kao što su, na primer, proteini, pri čemu dolazi do nastanka jedinjenja neprijatnog mirisa (sulfidi i merkaptani), ili do razlaganja lipida, pri čemu nastaju isparljiva jedinjenja neprijatnog mirisa;
- stvaranjem polisaharida koji izazivaju pojavu sluzavosti;
- stvaranjem pigmenta koji dovode do nepoželjnog prebojavanja hrane;
- stvaranjem kiselina koje menjaju boju i prirodne pigmente hrane, menjajući istovremeno i njen ukus;
- stvaranjem gasova koji izazivaju promene u samom pakovanju hrane (ambalaži), izazivajući njeno bubrenje (naduvavanje).

Najčešći znak kvarenja hrane u kojoj je prisutan značajan rast mikroorganizama jesu njihove vidljive kolonije na površini hrane. Postoje, međutim, neke vrste hrane, na primer sirevi, gde se dejstvo takozvane plemenite mikroflore koristi za dobijanje specifičnih (poželjnih) senzorskih karakteristika proizvoda.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Definicija kvaliteta hrane.
- Faktori kvaliteta hrane.
- Fizičke, fizičko-hemijske i hemijska karakteristike hrane.
- Metode ocene kvaliteta hrane.
- Tehnike senzorskog ispitivanja hrane.
- Značaj čula u ispitivanju hrane.
- Modaliteti ukusa
- Kako se postiže objektivizacija senzorskog ispitivanja hrane?
- Kvarenje hrane.
- Uzroci koji dovode do kvarenja hrane.
- Šta je rok trajanja hrane?
- Koji je najčešći vid kvarenja hrane?
- Fizičke promene u toku kvarenja hrane.
- Biohemijske promene u toku kvarenja hrane.
- Mikrobiološke promene u toku kvarenja hrane.



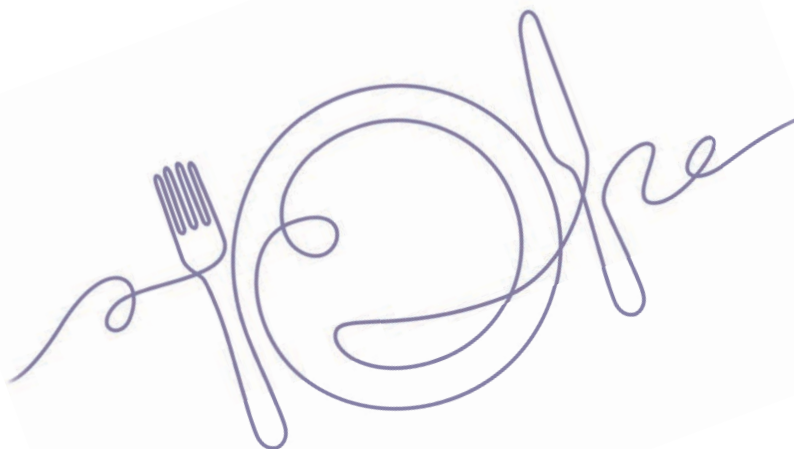
Prvi deo
3. POGLAVLJE

MIKROBIOLOGIJA HRANE



MIKROBIOLOGIJA HRANE

Mikrobiologija je nauka koja proučava morfologiju (izgled), fiziologiju (život), genetiku i ekologiju sićušnih organizama – mikroorganizama, kao i njihovu ulogu i značaj u životu biljaka, životinja i čoveka. Sama reč potiče od grčkih reči „*micro*“, što znači „mali“, „*bios*“ što znači „život“ i „*logos*“ što znači „nauka“. Mikrobiologija hrane izučava mikroorganizme koji su bitni za lanac ishrane. Samim tim, ona je od izuzetnog značaja za kreiranje kriterijuma i stvaranje uslova za dobijanje bezbedne i kvalitetne hrane. Njeno poznavanje značajno je za sprečavanje kvarenja hrane i sprečavanje pojave bolesti prenosivih hranom. U vezi s tim, poseban značaj ima usavršavanje tehnoloških procesa proizvodnje, prerade i konzerviranja hrane koji su predmet proučavanja tehnologije hrane. Da bi se predvidele promene u hrani i odredio rok njenog trajanja, neophodno je razumeti mikrobiološku kontaminaciju; faktore koji utiču na rast i razmnožavanje mikroorganizama, kao i faktore koji mogu sprečiti njihovu aktivnost ili ih u potpunosti eliminisati. Ukoliko se ovi aspekti mikrobiologije hrane ne sagledaju na pravi način, posledice mogu biti štete u tehnološkom smislu (kvar proizvoda), ili rizik od plasiranja nebezbednog proizvoda na tržište.



1. MIKROORGANIZMI I HRANA

Mikroorganizmi su prisutni svuda oko nas, ali samo mali broj njih su izazivači oboljenja. Ostale vrste mikroorganizama žive u zemljištu, vodi, vazduhu i nisu opasne za čoveka. Štaviše, prisustvo nekih mikroorganizama je poželjno, jer bez njih ne bi mogli da postoje neki drugi oblici života. Treba napomenuti i to da su mikroorganizmi jedni od najstarijih živih stvorenja; da su najmnogobrojniji „stanovnici“ Zemlje i da su prisutni u svim ekološkim sredinama. Uloge mikroorganizama u svetu oko nas su brojne (rešavanje problema nedostatka hrane u svetu, ekološka uloga, alternativni izvori energije, genetički inženjering, biotehnologija, uzročnici oboljenja, uzročnici kvara hrane).

Hrana koja se konzumira retko je kada sterilna. Ona u sebi uvek sadrži određeni broj mikroorganizama koji u njoj mogu da rastu i da se razmnožavaju, ili da samo preživljavaju u zavisnosti od za njih pogodnih ili nepogodnih uslova. Poreklo mikroorganizama u hrani može biti posledica **primarne kontaminacije**. To je slučaj kada oni (mikroorganizmi) potiču iz sirovine i tada obično predstavljaju prirodnu mikrofloru sirovine kakva je bila prilikom žetve biljaka ili klanja životinja. S druge strane, prisustvo mikroorganizama u hrani može biti posledica **sekundarne kontaminacije**, kada mikroorganizmi u hranu dospeju u toku procesa proizvodnje, prerade, distribucije i skladištenja hrane.

Izvori kontaminacije hrane mikroorganizmima mogu biti različiti: vazduh, voda, zemljište, biljke, životinje, čovek i pribor i oprema koja se koristi u toku procesa proizvodnje i pakovanja. Prisutnost mikroorganizama u hrani zavisi od vrste mikroorganizama, mogućnosti njihovog preživljavanja i pogodnosti za njihov rast i razmnožavanje u datoj sredini. Faktori koji to determinišu su brojni: interakcija između mikroorganizama i hrane (u zavisnosti od vrste hrane i vrste mikroorganizama); međusobni odnosi različitih vrsta mikroorganizama u hrani; način prerade i uslovi skladištenja hrane i niz drugih.

Svoje prisustvo u hrani mikroorganizmi ispoljavaju na više načina. U zavisnosti od toga, razlikuju se tri tipa mikroorganizama:

- **korisni mikroorganizmi;**
- **patogeni (štetni) mikroorganizmi;**
- **mikroorganizmi koji izazivaju kvarenje hrane.**

Korisni mikroorganizmi su oni mikroorganizmi koji mogu dovesti do stvaranja nove hrane ili hranljivih sastojaka, kao što se to događa u procesu fermentacije za koju su zaslužni kvasci i bakterije mlečne kiseline.

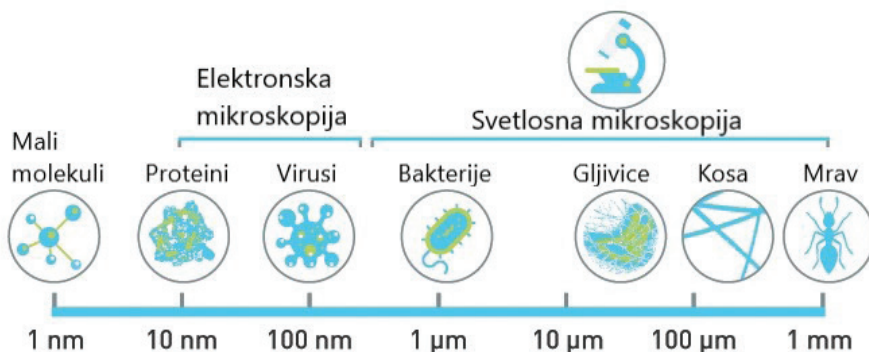
Probiotici su takođe korisni mikroorganizmi koji se nalaze u hrani ili joj se dodaju, a utiču povoljno na ravnotežu crevne mikroflore.

Patogeni (štetni) mikroorganizmi mogu izazvati bolesti koje se prenose hranom i predstavljaju opasnost po zdravlje ljudi, te je njihovo prisustvo u hrani krajnje nepoželjno.

Mikroorganizmi koji uzrokuju kvarenje hrane su oni koji svojim rastom i enzimskim reakcijama menjaju kvalitet hrane tako što degradiraju aromu (kvare ukus i miris), teksturu ili boju. Kao takvi, svakako su nepoželjni u hrani.

U mikroorganizme se ubrajaju: bakterije, virusi, gljivice (njima pripadaju plesni i kvasci) koje nisu vidljive golim okom već samo pomoću mikroskopa (mikro znači mali, a organizam označava da je živo – živi mali organizam). Svi živi organizmi imaju jednu zajedničku stvar, a to je ćelija. Ćelija je osnovna jedinica građe svih živih bića. Zapravo, ćelija se može opisati kao mala fabrika koja je sposobna da stvara energiju i novi ćelijski materijal, kao i da se razmnožava. Veći organizmi, uključujući i ljudski organizam, sastavljen je od milijardi ćelija. Mikroorganizmi se, pak, sastoje od vrlo malog broja ćelija, ili samo od jedne ćelije koja je sposobna da obezbedi sve životne procese takvog jedinstvenog organizma. Bakterijske ćelije vide se isključivo pomoću svetlosne mikroskopije, dok se gljivice ponekad mogu videti i golim okom. Virusni su najmanji, pa ih je moguće videti samo elektronskom mikroskopijom (*slika 10*).

Slika 10. Odnos veličina mikroorganizama



Izvor: Preuzeto i adaptirano sa: <https://www.westlab.com/blog/2018/01/09/what-magnification-do-i-need-to-see-bacteria>

Kada je reč o navedenim vrstama mikroorganizama, važno je podsetiti da gljivice (kao vrstu mikroorganizma) ne treba mešati sa gljivama. Naziv „gljive“ se odnosi na krupne gljive, odnosno više gljive u koje spadaju pečurke, dok je naziv „gljivica“ rezervisan za izuzetno sitne gljive - gljivice koje obuhvataju kvasce i plesni i koje izazivaju kvarenje namirnica.

Naravno, od svih vrsta mikroorganizama, za tehnologiju hrane važni su pre svega oni koji izazivaju kvarenje hrane, a to su bakterije i gljivice. Za razliku od njih, virusi nemaju to svojstvo.

Imena mikroorganizama na latinskom pišu se latinicom, u *kurzivu* (italiku). Ukoliko se navodi naziv roda i vrste mikroorganizma, u tom slučaju naziv roda se piše velikim, a naziv vrste malim slovom (na primer, *Listeria monocytogenes*).

1.1. BAKTERIJE

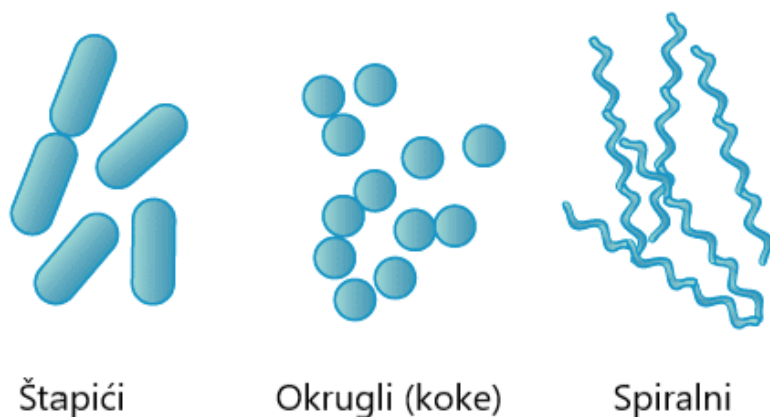
Bakterije čine najbrojniju grupu mikroorganizama. Međutim, samo mali broj vrsta bakterija je patogen (štetan). Bakterije su jednoćelijski prokariotski⁴ organizmi veličine od 1 – 5 µm. Radi predstave o redu te veličine, dovoljno je reći da, kada bi se 25.000 bakterija postavile jedna pored druge, zauzele bi samo jedan centimetar prostora. Bakterijske ćelije poseduju ćelijski zid, citoplazminu membranu sa njenim ulegnućima, citoplazmu u kojoj se nalaze ribozomi i nukleoid. Pored navedenih delova, neke vrste bakterija mogu da imaju i kapsulu, kao i pojedine organele koje joj omogućavaju kretanje i druge funkcije (flagele, fimbrije, pile, tilakoide i plazmide). Kapsula je sluzavi spoljašnji omotač koji stvara sama bakterija i on je štiti od različitih uticaja spoljašnje sredine. Izgrađena je najčešće od polisaharida. Oštećenje ćelijskog zida dovodi do smrti bakterije.

Osnovni oblici bakterija su: okrugao, štapičast, spiralan i končast. Oblici i veličine bakterija znatno variraju, zavisno od sastava, sredine u kojoj se nalaze, temperature i drugih faktora (*slika 11*).

4 Sve ćelije se dele na prokariotske i eukariotske ćelije. Najprostiji živi sistemi se sastoje od jedne ćelije – prokarioti (na primer bakterije), dok su viši živi sistemi po pravilu izgrađeni od skupova specijalizovanih ćelija – eukarioti (gljivice, biljke, životinje, čovek).

Postoji veliki broj bakterija koje su značajne sa aspekta proizvodnje hrane (kvalitet i bezbednost). U vezi s tim, važna svojstva bakterija odnose se na uslove u kojima one mogu da rastu, da se razmnožavaju i ispoljavaju svoje efekte na hranu. Konkretno, važno je to kakve zahteve imaju u odnosu na prisustvo kiseonika, temperaturu spoljašnje sredine, aktivnost vode u hrani, prisustvo soli, pH vrednost itd. Na primer, većina bakterija koja izaziva kvarenje hrane ne može da raste i razmnožava se kada je aktivnost vode u hrani niža od 0,91 (postoje izuzeci - halofilne bakterije mogu rasti pri vrednosti od 0,75). Optimalni pH za rast većine vrsta je od 6,0 do 7,0, sa izuzetkom bakterija mlečne kiseline koje imaju optimalan rast pri pH 5,5 do pH 5,8 i mogu rasti u hrani koja ima nisku pH vrednost. Takođe, razlikuju se i u odnosu na zahteve prema kiseoniku. Neke rastu samo u prisustvu kiseonika, a druge samo u nedostatku kiseonika. Neke bakterije mogu da rastu i razmnožavaju se i u sredini sa kiseonikom i u sredini bez kiseonika.

Slika 11. Različiti oblici bakterija



Izvor: Preuzeto sa: <https://sites.google.com/a/ausdk12.org/ms-fordyce-s-7th-grade-classroom/daily-agenda/friday1120/page-46--types-of-bacteria-activity>

Bakterije se razmnožavaju prostom ćelijskom deobom (podelom jedne ćelije na dva dela, nastaju dve ćelije). Neke vrste mogu da se razmnožavaju veoma brzo, tako da pod odgovarajućim uslovima, za samo osam sati može nastati 17 miliona bakterija.

Neke štapićaste bakterije mogu imati dva oblika - aktivan ili vegetativan oblik i neaktivan oblik (oblik **spore**). Formiranje spora karakteristično je za rodove bakterija kao što su *Bacillus* i *Clostridium* koje u uslovima nepovoljnim za rast i razmnožavanje (visoka temperatura, visok pritisak, zračenja itd) imaju mogućnost da se sporulišu, tj. transformišu u sporu – oblik koji je izrazito otporan na ekstremno nepovoljne uslove sredine. Proces stvaranja spora naziva se sporulacija, a bakterije s tom sposobnošću sporogene bakterije. U formi spore koja ima debele zidove, bakterija preživljava i u nepovoljnim uslovima, i pri tome zadržava svoj genetički materijal. Kada u spoljašnjoj sredini nastanu povoljni uslovi, iz spore ponovo nastaje vegetativni oblik bakterije. Spore bakterija mogu vegetirati i stotinama godina pre nego što se stvore pogodni uslovi za prelazak u vegetativan oblik. Jedna od bakterija koje najčešće formiraju sporu je *Bacillus cereus* (lat. *Bacillus cereus*). Ona se često nalazi u biljnim namirnicama bogatim skrobom. Poznavanje ovog svojstva bakterija veoma je važno sa stanovišta bezbednosti hrane.

1.2. GLJIVICE

Za razliku od bakterija, gljivice, u koje spadaju kvasci i plesni, pripadaju eukariotskim mikroorganizmima. Morfološki se veoma razlikuju, što je rezultat velike brojnosti njihovih vrsta.

Kvasci su malobrojna grupa u okviru gljivica. To su jednoćelijski mikroorganizmi veličine od 3 do 5 μm . Neotporni su na visoke temperature (njihova aktivnost prestaje pri 60 °C). Za njih je karakteristično i to da mogu da rastu (i uglavnom rastu) u kiseloj sredini i da im za rast nije potrebna sunčeva svetlost. Postoje i vrste kvasaca kojima je kiseonik neophodan za rast i oni kojima kiseonik nije neophodan, ali im ne smeta. Međutim, **ne postoje kvasci koji mogu da rastu isključivo u sredinama bez kiseonika**. Većina kvasca ne može da raste ako je aktivnosti vode (a_w vrednost) ispod 0,88. Izuzetak u tom pogledu su neki kvasci koji mogu da rastu i pri a_w 0,6. Optimalni pH za rast većine kvasaca iznosi od 4,5 do 5,5, mada neki mogu da rastu i u hrani koja je jako kisela (čiji je pH 1,5). Kvasci uglavnom rastu na sobnoj temperaturi, ali ima i onih koji rastu i na nekoliko stepeni ispod nule.

Većina kvasaca može živeti samo u sredinama koje su **bogate šećerom i skrobom**. Razlažući ih, oni proizvode ugljen-dioksid i alkohol. Zbog toga ih čovek vekovima koristi u proizvodnji određene hrane i pića. Kvasci su zaslužni za narastanje testa i fermentaciju vina, viskija, rakije i piva.

Značajni su takođe za proizvodnji sirćeta. Rast kvasaca se može videti na površini pokvarenih namirnica (sirevi, meso, voćni sokovi) koje u tom slučaju imaju izmenjen ukus i izgled.

Kvasci se prirodno pojavljuju na površini raznih vrsta voća (grožđe, jabuke i breskve). U prehrambenoj industriji se koriste u procesu proizvodnje hleba, vina, piva. Međutim, budući da mogu da rastu i u uslovima visoke koncentraciji soli i šećera, što ih razlikuje od bakterija, kvasci mogu da uzrokuju kvarenje neke hrane (med, mlečni proizvodi, javorov sirup) koja u takvim uslovima nije ugrožena bakterijama. Hrana koja je proizvedena procesom bakterijske fermentacije, poput kiselih krastavaca i kiselog kupusa, takođe se može pokvariti kvascima koji ometaju normalan fermentativni proces.

Ima i patogenih kvasaca, ali u znatno manjem broju nego što je to slučaj sa bakterijskim vrstama.

Plesni (poznati pod nazivom buđ) su višćelijski organizmi končaste strukture veličine od 30 do 100 μm . Otporniji su nego kvasci na visoke temperature, tako da mogu preživeti i pri temperaturi od 90 °C. **Za njihov rast neophodan je kiseonik. Zbog toga ih zapažamo samo na površini hrane (slika 12).**

Slika 12. Plesan na limunu



Izvor: Preuzeto sa: <https://www.differencebetween.com/difference-between-molds-and-yeasts/>

Osim visoke temperature, plesni bolje nego bakterije podnose i kiseline (**mogu opstati i u sredini koja ima pH vrednost 2**). Zahvaljujući tom svojstvu, mogu se izolovati iz kiselih sokova na bazi citrusa. Za plesni je karakteristično i to da mogu opstati pri koncentracijama soli većim od 20%, što je mnogo veća koncentracija od one koja se koristi za proizvodnju usoljenih proizvoda.

Većina plesni ne može da raste ako je vrednosti aktivnosti vode manja od 0,80, Međutim, neke vrste rastu i pri vrednosti od 0,65. Plesni dobro podnose nedostatak vode, pa je hrana koja nema u sebi puno vlage (čajevi, začini, žita, brašno, sušeni, zamrznuti i pasterizovani prehrambeni proizvoda) podložna kvarenju usled razvoja plesni. Većina plesni nije štetna po zdravlje ljudi. Međutim, neke plesni stvaraju mikotoksine koji su uz to i kancerogeni, mutageni ili teratogeni (oštećuju plod).

Osnovne razlike između bakterija, kvasaca i plesni date su u *tabeli 3*.

Tabela 3. Neke osobine mikroorganizama izazivača kvarenja hrane

Mikroorganizam	Minimalna a_w vrednost za rast	Minimalna pH vrednost za rast	Minimalna temperatura za rast (°C)	Rast bez prisustva kiseonika
Bakterije	0,90	6	varijabilno	Da
Kvasci	0,88	< 2	-5	Da
Plesni	0,80	< 2	<0	Ne

1.3. VIRUSI

Virusi su mikroorganizmi veličine 20 do 300 nm i vide se isključivo elektronskom mikroskopijom. Mogu da se razmnožavaju samo u ćelijama domaćina. To znači da se u hrani ne mogu razmnožavati i ne mogu biti odgovorni za njeno kvarenje. Van ćelije domaćina kratko preživljavaju, pa samim tim nisu posebno interesantni za prehrambenu industriju. Ono u čemu imaju značajnu ulogu jeste pojava bolesti prenosivih hranom.

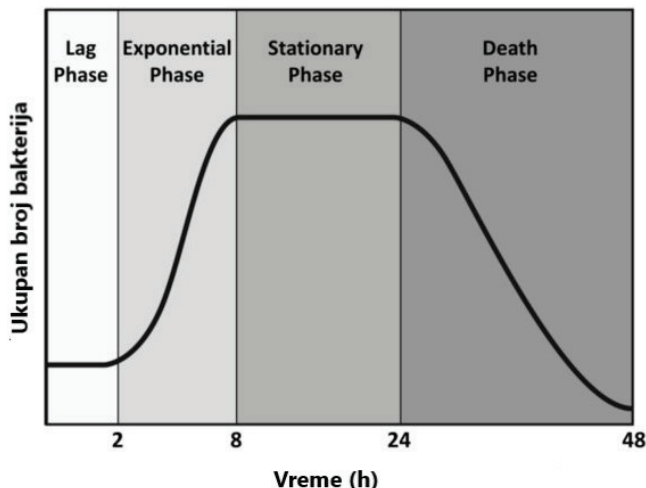
2. FAKTORI KOJI UTIČU NA RAST MIKROORGANIZAMA U HRANI

Kao što je već pomenuto, do kvarenja hrane najčešće dolazi usled aktivnosti mikroorganizama. Njihov rast u hrani dovodi do promena njenih karakteristika koje je u krajnjem slučaju čine nekvalitetnom i nebezbednom, odnosno neprihvatljivom za upotrebu. Rast mikroorganizama u hrani uslovljen je različitim faktorima i odvija se u više faza.

2.1. MIKROBIOLOŠKI RAST

Mikrobiološki rast, rast bakterija, povećava se sa količinom raspoloživih hranljivih materija. Rast mikroorganizama odvija se po već dobro poznatom (ustaljenom) šablonu i ima četiri faze. To su:

- **Početna faza (lag faza) ili faza mirovanja.** U ovoj fazi mikroorganizmi se prilagođavaju i oporavljaju u novoj sredini (hrani). Nema podele (razmnožavanja) ćelija, ali se sintetišu proteini, masti i enzimi neophodni za dalje aktivnosti, pri čemu ćelije mogu povećavati svoju masu;
- **Eksponencijalna (logaritamska) faza.** Ova faza rasta mikroorganizama karakteriše se maksimalnim povećanjem broja ćelija mikroorganizama koje se odvija po geometrijskoj progresiji (od jedne ćelije nastaju dve, od dve 4, od četiri nastaju 8, 16, 32 itd.).
- **Stacionarna faza ili period zrelosti.** U ovoj fazi izjednačava se broj novonastalih i uginulih ćelija mikroorganizama, što je posledica smanjenja hranljivih materija i nakupljanja štetnih produkata metabolizma bakterija.
- **Faza odumiranja.** Broj mikroorganizama se i dalje smanjuje, jer bakterije odumiru zbog nedostatka hranljivih materija koje su potrošene u prethodnim fazama (*slika 13*).

Slika 13. Kriva rasta bakterija

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Garrison i Huigens (2016)

2.2. FAKTORI KOJI UTIČU NA RAST MIKROORGANIZAMA U HRANI

Faktori koji utiču na mikrobiološki rast u hrani mogu se podeliti u četiri grupe:

1. Fizičko hemijski sastav hrane (unutrašnji ili intrinzični faktori);
2. Uslovi okruženja (spoljašnji ili ekstrinzični faktori);
3. Osobine i interakcije prisutnih mikroorganizama (implicitni faktori);
4. Faktori prerade (tabela 4).

2.2.1. Unutrašnji (intrinzični) faktori rasta

Unutrašnji faktori rasta mikroorganizama zapravo su određena svojstva hrane, kao što su: sadržaj nutritivnih materija u hrani, pH vrednost hrane, aktivnost vode hrane, oksido-redukcioni potencijal hrane, antimikrobne supstance i bakteriofagi.

2.2.1.1. Sadržaj nutritivnih materija

Mikroorganizmi koriste hranu kao izvor nutrijenata i energije za svoj rast i razmnožavanje. Oni iz hrane dobijaju esencijalne molekule koje ne mogu sintetisati u svom organizmu, kao i energiju koja im je neophodna za rast i aktivnost. Kada su sprečeni da koriste sastojke hrane, njihov rast i aktivnosti biće ograničeni. Prema tome, može se reći da sadržaj ključnih nutrijenata u hrani određuje stopu mikrobiološkog rasta.

Mikroorganizmi koriste supstrat na kome se razvijaju tako što ga prvo razlože enzimima, a zatim rastvoreni mali molekuli ulaze kroz opnu mikroorganizama. Hrana životinjskog porekla je podložnija kvarenju zato što sadrži hranljivije materije za rast mikroorganizama. Na primer, u mesu i drugoj hrani animalnog porekla veoma brzo dolazi do razmnožavanja bakterija mlečne kiseline. Razlog je između ostalog i to što su bakterije mlečne kiseline osetljive na nedostatak vitamina B grupe, a u hrani životinjskog porekla ti vitamini se nalaze u dovoljnoj količini. S druge strane, voće ima malo vitamina grupe B i zato se u njemu bakterije mlečne kiseline ne razmnožavaju, ali se lako razmnožavaju kvasci i plesni koji sami sebi stvaraju vitamine grupe B. Takođe, hrana koja sadrži visok procenat masti (npr. maslac) nije pogodan supstrat za rast i razmnožavanje većeg broja mikroorganizama, zato što su samo pojedine vrste, kao što su to lipolitičke bakterije, prilagođene da kao izvor hrane koriste masti.

Tabela 4. Faktori koji utiču na rast mikroorganizama u hrani

Intrinzični faktori	• hranljive materije u hrani • pH vrednost hrane • redoks potencijal • aktivnost vode • antimikrobne barijere i komponente
Ekstrinzični faktori	• relativna vlažnost • temperatura • gasovita atmosfera
Implicitni faktori	• specifična stopa rasta • mutualizam • antagonizam • komensalizam
Faktori prerade	• mehanička obrada • pranje • pakovanje • zračenje • pasterizacija

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Adams i Moss (2008)

2.2.1.2. pH vrednost

Vrednost pH je broj koji služi kao mera kiselosti (aciditeta), odnosno baznosti (alkaliteta) vodenih rastvora i ona zapravo govori o koncentraciji vodonikovih jona u rastvoru. Vrednost pH kreće se u rasponu od 0 do 14, pri čemu vrednost 7 odgovara neutralnoj reakciji. Vrednost pH ispod 7 znači da je sredina kisela (0 označava najkiselije), a vrednost veća od 7 ukazuje na baznu sredinu (14 je najbaznije). Skala pH je logaritamska, što znači da je pH 8 deset puta bazniji od 7, a pH 9 je sto puta bazniji od 7. Voda je neutralna. Njena pH vrednost je 7.

Kiselost ili baznost neke sredine utiče na aktivnost, odnosno stabilnost makromolekula kao što su enzimi, tako da se može reći da je pH vrednost značajan faktor rasta i aktivnosti mikroorganizama. S obzirom na to prema kojoj sredini (kiseloj ili baznoj) imaju više afiniteta, mikroorganizmi se dele na **acidofilne** (vole kiselu sredinu), **alkalofilne** (vole baznu sredinu) i **neutrofilne** (vole neutralnu sredinu).

Utvrđeno je da bakterije najbrže rastu u sredini čiji je pH u rasponu od 6,0 do 8,0; kvasci pri pH od 4,5 do 6,0, a plesni u sredini čiji je pH u rasponu od 3,5 do 4,0. Naravno, postoje i izuzeci od ovoga, posebno kod onih vrsta bakterija koje kao rezultat svoje aktivnosti proizvode kiselinu (na primer, bakterije mlečne kiseline čiji je optimalni rast pri pH između 5,0 i 6,0). Gledano u celini, gljivice, a naročito plesni, bolje nego bakterije podnose kiseliju sredinu.

Većina hrane koja se konzumira je bar blago kisela, dok materije sa baznim pH imaju prilično neprijatan ukus i nerado se konzumiraju. Pravi izuzetak u tom pogledu je fermentisana ajkula (specijalitet koji se priprema na Islandu). Njena pH je 10 do 12. Povrće uglavnom ima pH vrednost koja je klasifikovana kao umereno kisela, dok je voće još kiselije (ima još nižu pH vrednost). Zbog toga, među uzročnicima kvarenja voća dominiraju kvasci i plesni. Po pravilu, riba se u hladnim uslovima kvare brže nego meso sisara. Jedan od uzroka za to su različite pH vrednosti tog mesa. Naime, vrednost pH mišića sisara je oko 5,6 i niži je nego kod riba (6,2-6,5).

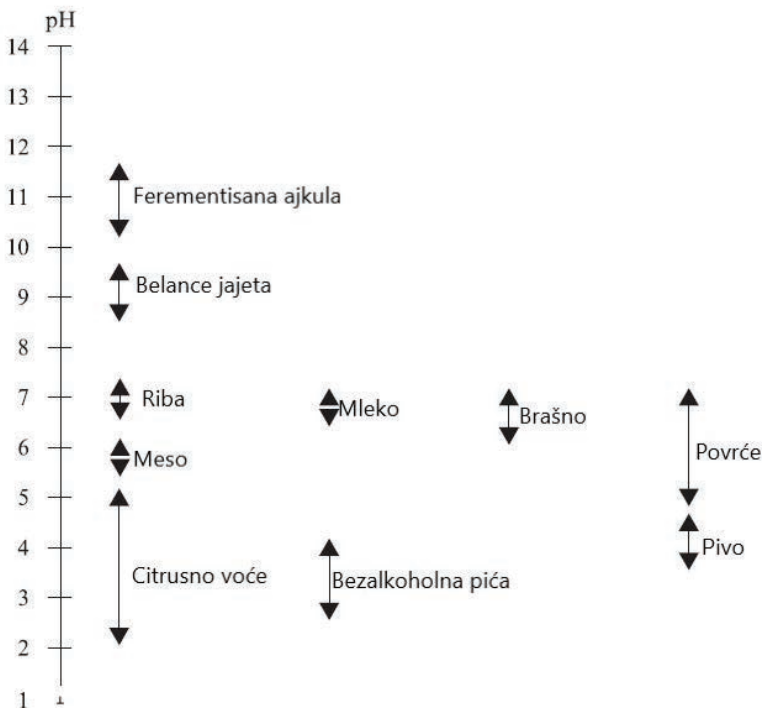
Vrednosti pH pojedinih vrsta hrane i pića prikazane su na *slici* 14.

Svojstvo pH vrednosti da ograniči mikrobiološki rast korišćeno je još od davnih dana za čuvanje hrane. U tu svrhu korišćene su sirćetna kiselina i mlečne kiseline. Na primer, pirinač u suši jelu može stajati čitav dan na sobnoj temperaturi, jer mu se dodaje vinsko sirće koje zakišeljavanjem sprečava rast i razmnožavanje bakterija. Isto tako, majonez koji je veoma kisela namirnica, pre otvaranja čuva se na sobnoj temperaturi, a ne u frižideru, kao što je to slučaj sa većinom drugih namirnica animalnog porekla koje su manje kisele (piletina ima pH od 5,5 do 6,4; maslac, od 6,0 do 6,8; žumance, od 6,0 do 6,3).

2.2.1.1. Redoks potencijal (Oksidacijsko-redukcijski potencijal (Eh))

Reakcije oksidacije i redukcije (redoks reakcije) dešavaju se kao rezultat transfera elektrona između atoma i molekula. Težnja sredine da primi ili da daje elektrone, tj. da oksidira ili redukuje, naziva se redoks potencijal (Eh). Hrana koja je izložena aerobnim uslovima, odnosno stoji na vazduhu ima *pozitivan redoks potencijal tj. oksidovana* je u prisustvu kiseonika, što odgovara aerobnim mikroorganizmima. Ukoliko se hrana nalazi u uslovima u kojima nema kiseonika (anaerobni uslovi) ili ga ima vrlo malo (mikroaerofilni uslovi), tada je *redoks potencijal hrane negativniji* i hrana postaje sredina koja odgovara anaerobnim mikroorganizmima.

Slika 14. pH vrednosti pojedine grupe hrane i pića



Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Adams i Moss (2008)

Mlevenjem mesa ili mlevenjem zrna žita, povećava se redoks potencijal u proizvodima nastalim primenom tog postupka (ćevapi, brašno). Obrnut proces događa se prilikom pakovanja hrane u vakuumu. Tada se, zbog oduzimanja vazduha, smanjuje redoks potencijal hrani. Sa rastom mikroorganizama u hrani smanjuje se njen redoks potencijal. To se događa zbog toga što mikroorganizmi svojom aktivnošću troše kiseonik i istovremeno proizvode komponente koje imaju osobinu da smanjenju redoks potencijal.

U zavisnosti od afiniteta mikroorganizama prema vazduhu, odnosno od njihove potrebe za kiseonikom iz vazduha, razlikuju se sledeće vrste mikroorganizama:

- **striktni ili obligatorni aerobi** - mikroorganizmi koji zahtevaju vazduh za rast i razmnožavanje (15% do 21% O₂), odnosno rastu samo u sredinama sa visokim redoks potencijalom (na primer, na površini neupakovanog svežeg mesa);
- **striktni anaerobi** - mikroorganizmi koji ne mogu da žive u prisustvu kiseonika, odnosno teže da rastu samo pri niskom ili negativnom redoks potencijalu hrane (na primer, u dubini mesa, u konzerviranoj hrani, u hrani koja je upakovana u vakuumu);
- **fakultativni aerobi ili fakultativni anaerobi** - mikroorganizmi koji mogu živeti u prisustvu ili bez prisustva kiseonika;
- **mikroaerofilni mikroorganizmi** - mikroorganizmi koji mogu da žive samo u ograničenim koncentracijama kiseonika (5% O₂). Bakterije koje imaju tu osobinu nazivaju se kapneične.

2.2.1.2. Aktivnost vode

Kao osnovni rastvor, voda je neophodna za odvijanje svih biohemijskih procesa. Samim tim, ona utiče i na rast i razmnožavanje mikroorganizama. Sadržaj dostupne vode, tj. vode koju mikroorganizam može koristiti za svoju metaboličku aktivnost jeste aktivnost vode (a_w vrednost). Aktivnost same vode jednaka je 1. Aktivnost vode svih ostalih namirnica manja je od 1. Različitim postupcima konzervisanja hrane može se smanjiti procenat vode koja je mikroorganizmima dostupna. Uostalom, najstariji postupci koji su se koristili u cilju čuvanja hrane bazirali su se na tom principu (sušenje i soljenje, zamrzavanje). O njegovoj delotvornosti govori podatak da se mikroorganizmi mogu razmnožavati samo pri a_w vrednosti većoj od 0,60 pa naviše. Zato, kada hrana ima aktivnost vode ispod vrednosti 0,60, nije moguće da dođe do njenog mikrobiološkog kvarenja. Mnoge bakterije ne mogu da se razmnožavaju ispod vrednosti a_w 0,91, dok se plesni mogu razmnožavati i pri 0,80. Pojedini kvasci mogu da se razmnožavaju i pri vrednosti a_w od 0,60.

Aktivnost vode (a_w vrednost) u različitim vrstama hrane i pića prikazana je u tabeli 5.

U uslovima niske aktivnosti vode nema aktivnog rasta i razmnožavanja mikroorganizama. Međutim, važno je napomenuti da i u tom slučaju mikroorganizmi mogu da prežive. Upravo zbog toga, neophodno je praviti razliku između preživljavanja i rasta mikroorganizama. Na primer, kvasac kada se osuši (komercijalni suvi kvasac na tržištu) ne razmnožava se, ali je i dalje živ. Kada se rehidrira u prisustvu hranljivog supstrata, on počinje ponovo da se razmnožava.

S obzirom na aktivnost vode (a_w vrednost), odnosno količinu vode u hrani koja je (voda) dostupna mikroorganizmima, hrana se može podeliti na:

- hranu visoke vlažnosti (HMF, *High Moisture Food*), $a_w \geq 0,90$ (na primer, sveže meso);
- hranu srednje vlažnosti (IMF, *Intermediate Moisture Food*), $a_w = 0,60-0,90$ (na primer suvomesnati proizvodi od mesa) i
- hranu niske vlažnosti (LMF, *Low Moisture Food*), $a_w \leq 0,60$ (na primer, mleko u prahu).

Tabela 5. Vrednosti a_w u različitim kategorijama hrane i pića

Kategorija hrane	a_w vrednost
Sirovo meso, mleko i riba	>0,98
Sirovo povrće	
Sveže voće	
Sredina hleba	
Voćni sokovi	
Kuvane i barene kobasice	0,93 – 0,98
Slanina	
Palačinke	
Sirevi	
Kavijar	0,85 – 0,93
Sušena govedina	
Kobasice (fermentisane, suve)	
Zreo čedar sir	
Brašno, pirinač, pasulj	0,80 – 0,87
Džemovi, marmelade	0,75 – 0,80
Kikiriki maslac	0,70
Suvo voće	0,60 – 0,65
Mleko u prahu,	0,20
Instant kafa	0,20
Biskviti i krekeri	0,30
Instant kafa	0,2

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Public Health England (2020)

2.2.1.3. Antimikrobne barijere i komponente

Gotovo sva hrana je u nekom prethodnom trenutku bila deo živog organizma (biljnog ili životinjskog). Kao takva ona je evoluciono opremljena sistemima za zaštitu od mikroorganizama koji mogu da izazovu povrede, odnosno oštećenja. Prvi od tih sistema su barijere koje sprečavaju povrede i infekcije koje dolazi spolja. Tu funkciju kod čoveka i životinja ima koža. Postojanje takvih barijera kod biljaka prepoznaje se po postojanju kore, ljuske, mahune. Te strukture obično su sastavljene od makromolekula relativno otpornih na razgradnju i predstavljaju sredinu koja je uglavnom nepovoljna za rast i razmnožavanje mikroorganizama.

Za to njihovo svojstvo prvenstveno su zaslužni: niska aktivnost vode, nedostatak lako dostupnih nutritijenata i česte antimikrobne komponente, kao što su masne kiseline kratkih lanaca (na koži životinja) ili esencijalna ulja (na površini biljke). Značaj fizičkih barijera jasno se zapaža prilikom njihovog oštećenja. Naime, u tom slučaju, oštećena mesta postaju „otvorena vrata“ za prodor mikroorganizama u dubinu tkiva koje je bogato hranljivim materijama. Poznato je da voće i povrće čija je kora oštećena znatno prže propada nego voće iste vrste sa neoštećenom korom.

Kao drugu liniju odbrane, tkiva mogu da sadrže antimikrobne komponente koje se posle mehaničkog oštećenja koncentrišu na tom mestu. Kod biljaka kao što su gorčica (senf) i kupus stvaraju se izotiocijanati koji imaju antimikrobnu aktivnost, dok kod belog luka tu ulogu vrši alicin koji takođe ima antimikrobnu aktivnost. Sa istom svrhom, u grašku se stvaraju antimikrobne supstance poznate kao fitoaleksini.

Mnogi prirodni konstituenti biljaka, kao što su pigmenti i alkaloidi imaju antimikrobna svojstva. Benzojeve i sorbinske kiseline kojih ima u brusnicama primer su njihove primene u čistom obliku u svojstvu konzervansa. Značajna pažnja je usmerena na antimikrobna svojstva onih biljaka koje se koriste kao začini (piment, bosiljak, celer, cimet, limun, origano, peršun i dr.). Mnogobrojne supstance iz njih, poznate kao esencijalna ulja, imaju dokazano antimikrobno dejstvo i doprinose mikrobiološkoj stabilnosti hrane. Ipak, njihov uticaj je često ograničen ili nedovoljan. Osim toga, u nekim slučajevima, one same mogu da budu izvor mikrobiološke kontaminacije hrane kojoj se dodaju.

Antimikrobne komponente se razlikuju po spektru svog delovanja i prisutne su u prirodnim proizvodima u različitim koncentracijama. Često su u tako niskim koncentracijama da praktično nemaju nikakav zaštitni učinak.

Životinjski proizvodi imaju širok spektar nespecifičnih antimikrobnih sastojaka. Verovatno najbolji primer za to je belance jajeta koje poseduje veliki broj inhibitornih supstanci. Slični sastojci mogu se naći i u mleku, ali u manjim količinama i zbog toga su i manje efikasni. Zajedničko za belance i mleko je to da sadrže lizozim, enzim koji ima značajnu antimikrobnu aktivnost. Ovotransferin u belancetu jajeta i laktoferin u mleku su proteini koji vezuju gvožđe. Gvožđe je esencijalni nutrijent za sve bakterije, ali kada se veže za gore pomenute proteine, više im nije dostupan, što ograničava njihov rast i razmnožavanje. Na isti način, proteini belanceta - avidin i ovoflavoprotein vezuju i vitamine B grupe koji su takođe neophodni nutrijenti za rast i razmnožavanje bakterija.

2.2.2. Spoljašnji (ekstrinzični) faktori rasta

Uslovi okruženja (spoljašnji ili ekstrinzični faktori), tj. uslovi u kojima se hrana čuva sami po sebi predstavljaju ograničavajuće faktore za rast i razmnožavanje mikroorganizama ili, pak, mogu biti povoljni za rast jednih, a nepovoljni za rast drugih. U ekstrinzične faktore spadaju: relativna vlažnost vazduha, temperatura i atmosfera u kojoj se hrana čuva.

2.2.2.1. Relativna vlažnost

Relativna vlažnost vazduha i aktivnost vode hrane su u međusobnom odnosu. Kada se hrana sa niskom aktivnošću vode čuva u atmosferi sa visokom relativnom vlažnošću vazduha, hrana će upijati vodu iz atmosfere, što će dovesti do povećanja aktivnosti vode u hrani. U tom slučaju, prethodno prisutni mikroorganizmi koji preživljavaju u uslovima sredine sa niskom aktivnošću vode, dobiće u novoizmenjenim uslovima šansu za rast i razmnožavanje. Svojim rastom i razmnožavanjem u uslovima lokalno povećane a_w vrednosti, oni mogu izazvati kvarenje hrane koja je prethodno smatrana mikrobiološki stabilnom i sigurnom. Takvi slučajevi se na primer dešavaju u silosima gde se skladište žita, ili kada se neadekvatno skladišti mleko u prahu (u kuhinjama gde je povećana vlažnost vazduha zbog stalnih isparavanja). Skladištenje svežeg voća i povrća zahteva veoma pažljivu kontrolu relativne vlažnosti. Ako je vlažnost vazduha preniska, onda većina povrća gubi vlagu i postaje gnjecava. Ako je vlažnost previsoka, onda se na površini stvara kondenzat i time povećava mogućnost za nastanak mikrobiološkog kvarenja hrane.

2.2.2.2. Temperatura

Mikrobiološki rast moguć je pri temperaturi od -8°C do 100°C . Najvažniji uslov za to je prisustvo tečne vode. Međutim nijedan mikroorganizam nije sposoban da raste u čitavom tom rasponu temperatura. Naime, većina mikroorganizama može da raste pri temperaturama između 30 i 40°C . Pri tome, svaki mikroorganizam ima minimalnu, optimalnu i maksimalnu temperaturu rasta. Taj raspon određen je minimalnom temperaturom ispod koje su mikroorganizmi neaktivni i maksimalnom temperaturom iznad koje mikroorganizmi ne rastu. U zavisnosti od toga pri kojim temperaturama najbolje da rastu, mikroorganizmi se dele na:

- **psihrofilne mikroorganizme** koji najbolju rastu pri nižim temperaturama (rastu pri 0 °C, ali ne i preko 20 °C);
- **mezofilne mikroorganizme** (najveći broj mikroba koji se nalaze u namirnicama i najbolje rastu pri temperaturama od 30 do 40 °C);
- **termofilne mikroorganizme** koji najbolje rastu pri temperaturama višim od 40 °C (optimalno između 55 i 75 °C) (tabela 6).

Tabela 6. Podela mikroorganizama prema rastu pri različitim temperaturama

Grupa mikroorganizama	Temperatura rasta (°C)		
	Minimalna	Optimalna	Maksimalna
Termofili	40 – 45	55 – 75	60 – 90
Mezofili	5 - 15	30 – 40	40 - 47
Psihrofili	-5 - +5	12 - 15	15 -20

Psihrofilni mikroorganizmi svoju osobinu duguju prisustvu veće količine nezasićenih masnih kiselina i masnih kiselina kraćih lanaca u svojoj ćelijskoj membrani.

U mikrobiologiji hrane najvažniji su mezofilni i psihrotrofni mikroorganizmi. Po pravilu, mezofilni mikroorganizmi brže rastu na svojoj optimalnoj temperaturi nego što psihrofilni mikroorganizmi rastu na svojoj optimalnoj temperaturi. Zbog toga je pojava kvarenja brža kod proizvoda koji se čuvaju na višim temperaturama nego kod onih koji se čuvaju pri temperaturama hlađenja.

Gledano u celini, termofilni mikroorganizmi imaju manji značaj u mikrobiologiji hrane, mada se to ne bi moglo reći za one (termofile) koji formiraju spore, kao što su bakterije iz roda *Bacillus* i *Clostridium* koje imaju značajno mesto među uzročnicima kvarenja hrane.

Zabluda je da stavljanje hrane u frižider zaustavlja razvoj mikroorganizama. Istina je da držanje namirnica pri temperaturi frižidera usporava rast bakterija, ali ga ne zaustavlja!!

2.2.2.3. *Gasovita atmosfera*

Najvažniji gas za mikrobiologiju hrane, bar kada se radi o normalnim okolnostima, jeste kiseonik koji čini oko 21% atmosfere Zemlje. Prisustvo kiseonika i njegova uloga u redoks sistemu su važni za rast mikroorganizama. Nasuprot kiseoniku, ugljen-dioksid (CO_2) ima inhibitoran efekat na rast mikroorganizama i koristi se pri pakovanju hrane u modifikovanoj atmosferi. Međutim, ugljen-dioksid nema jednak efekat na sve mikroorganizme. Plesni i Gram pozitivne bakterije su više osetljive na ugljen-dioksid, dok Gram pozitivne bakterije i neki kvasci pokazuju značajnu toleranciju na njegovo prisustvo, čak i u visokim koncentracijama.

Zbog uticaja koji vazduh (pre svega kiseonik iz vazduha) ima na rast mikroorganizama, sve značajnije mesto među postupcima konzervisanja hrane zauzima pakovanje u kontrolisanu ili modifikovanu atmosferu. Gasovi koji se pri tome koriste su ugljen-dioksid, azot i kiseonik. Naravno, u različitim kombinacijama, u zavisnosti od namirnice koja se pakuje. Vakuum pakovanje, na primer, podrazumeva potpuno odsustvo kiseonika. U zavisnosti od toga koji se gasovi koriste pri pakovanju u modifikovanoj atmosferi i da li je pri tome isključeno prisustvo kiseonika, ili je samo smanjena njegova količina, zavisi koji će mikroorganizmi biti prisutni u hrani (aerobni mikroorganizmi, anaerobne bakterije, fakultativne anaerobne ili mikroaerofilni mikroorganizmi), što je u direktnoj vezi sa njihovim potrebama za kiseonikom kao faktorom njihovog rasta.

2.2.3. *Implicitni faktori rasta*

Implicitni faktori su svojstva mikroorganizma koja govore o tome kako oni reaguju na svoje okruženje i kakva je njihova interakcija sa drugim mikroorganizmima. Interakcije između dve populacije mikroorganizama mogu da budu korisne ili štetne za obe populacije, ili za samo jednu od njih.

2.2.3.1. *Pozitivne interakcije*

Komensalizam je vrsta interakcije u kojoj jedna populacija mikroorganizama ima koristi, a druga je indiferentna, što znači da nema ni koristi ni štete. U osnovi odnosa komensalizma između populacija je produkcija faktora rasta. Neke mikrobne populacije proizvode i ekskreiraju faktore rasta, kao što su aminokiseline i vitamini.

Na primer, *Flavobacterium brevis* ekskretuje cistein koji koristi *Legionella pneumophilla* u vodenoj sredini. Neke gljive mogu da razgrade celulozu do glukoze i da na taj način obezbede hranu (glukozu) za bakterije koje, inače, ne mogu da razgrađuju celulozu. Aerobne bakterije respiratornom aktivnošću smanjuju koncentraciju kiseonika u zemljištu i na taj način omogućavaju odvijanje anaerobnih procesa pod dejstvom anaerobnih bakterija.

Sinergizam je oblik interakcije pri kojoj sporedni produkti metabolizma jedne populacije mikroorganizama predstavljaju neophodan supstrat za rast druge populacije. Tako se arginin konvertuje u putrescin samo kada se nađu zajedno populacije bakterija Ešerihije koli (lat. *Escherichia coli*) i Enterokokusa fekalisa (lat. *Enterococcus faecalis*). U tim slučajevima, *E. faecalis* transformiše arginin do ornitina, a *E. coli* dalje do putrescina. Takav proces transformacije se ne može odvijati kada ove dve populacije žive odvojeno.

Mutualizam je forma interakcije u kojoj obe populacije imaju koristi od zajedničkog života, što se označava kao simbioza. Populacije organizama koje učestvuju u ovoj interakciji često ne mogu samostalno da funkcionišu. Na primer, mutualistički odnos se uspostavlja između mlečne bakterije i kvasaca u kefirnim zrnima. Bakterije mlečne kiseline (*Lactobacillus caucasicus*) fermentišu laktozu do mlečne kiseline koju kvasci koriste kao izvor ugljenika. Kvasci sintetišu velike količine vitamina, a njihove uginule ćelije služe kao izvor tih jedinjenja za mikroorganizme.

2.2.3.2. Metabolitski nepodudarni odnosi

Prisustvo bakterijske populacije može negativno da utiče na rast neke druge populacije. Postoji nekoliko različitih oblika takvih odnosa. To su: antagonizam ili amensalizam, kompetencija ili konkurencija, parazitizam i razbojništvo ili predatorstvo.

Antagonizam ili amensalizam je pojava kada je rast jedne bakterijske populacije zaustavljen prisustvom druge koja se normalno razmnožava. Do zaustavljanje rasta može doći usled stvaranje pojedinih supstanci koje su otrovne za drugu vrstu, ili usled nastanka nepovoljnih uslova za njeno razmnožavanje.

Kompetencija ili konkurencija predstavlja surov oblik udruživanja ili zajedničkog života koji se odvija u borbi za hranu, prostor itd. Dve vrste se takmiče u iskorišćavanju istih životnih mogućnosti. Ovaj vid asocijacije odigrao je veliku ulogu u evoluciji živog sveta. Lakše preživljava onaj mikroorganizam koji se brže prilagođava izmenjenim uslovima spoljašnje sredine.

Parazitizam je pojava kada jedna vrsta živi na račun druge vrste i neposredno zavisi od nje.

Razbojništvo ili predatorstvo je odnos dva živa bića u kojem veće (moćnije) biće proždire manje (slabije) – kada se jedna vrsta hrani drugom. Poznato je da u digestivnom traktu čoveka, Entamoeba histolitica (lat. *Entamoeba histolytica*) "jede" Ešerihiju koli.

2.2.4. Faktori prerade hrane

O uticaju različitih načina prerade hrane na preživljavanje, rast i razmnožavanje mikroorganizama detaljnije će se govoriti u narednom poglavlju (IV Konzervisanje hrane).

3. PREDIKTIVNA MIKROBIOLOGIJA HRANE

Sticanje saznanja o tome kako različite osobine hrane, njeno okruženje i vreme utiču na mikrofloru predstavlja značajan korak ka mogućnosti da se predvidi rok trajanja hrane, njeno kvarenje i bezbednost. Da bi se predvidelo ponašanje mikroorganizama u svakoj novoj situaciji i procenio uticaj njihovog ponašanja na bezbednost i kvalitet hrane, neophodno je najpre tačno opisati njeno okruženje, a zatim odrediti kako će ono kao glavni situacioni faktor uticati na preživljavanje i rast mikroorganizama.

Istraživanjima problema te vrste koji predstavljaju jedan od ključnih izazova za savremenu tehnologiju hrane bavi se prediktivna mikrobiologija. Oslanjajući se na metode matematičkog modelovanja, prediktivna mikrobiologija utvrđuje kvantitativne pokazatelje odnosa između različitih (spoljašnjih i unutrašnjih) faktora hrane, zatim pokazatelje odnosa između različitih populacija mikroorganizama, kao i odnosa između faktora prerade hrane, s jedne strane, i reagovanja mikroorganizama na delovanje tih faktora, s druge.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Podela mikroorganizama u hrani.
- Pojedine osobine mikroorganizama hrane.
- Šta su spore, čemu služe i ko ih stvara?
- Šta karakteriše mikrobiološki rast?
- Unutrašnji faktori hrane.
- Spoljašnji faktori hrane.
- Podela mikroorganizama u odnosu na pojedine faktore hrane.
- Implicitni faktori hrane.

Prvi deo
4. POGLAVLJE

KONZERVISANJE HRANE



KONZERVISANJE HRANE

Konzervisanje je skup postupaka čiji je cilj da se očuva izvorni kvalitet namirnice u što dužem vremenskom periodu. Reč konzervisanje potiče od latinske reči *conservatio*, što znači očuvati, održati. Hrana se oduvek konzervisala, uz stalno usavršavanje primenjivanih postupaka. Nekad su se najviše primenjivale metoda sušenja i soljenja koje su bile više iskustvene nego što su se zasnivale na naučnim saznanjima. Konzervisanjem se ne povećava samo održivost hrane već se poboljšava i njen ukus (mariniranjem povrća, na primer) ili se povećava njena vrednost, najčešće energetska (dodavanje šećera, soli, ulja), ali i hranljiva vrednost (dodavanje askorbinske kiseline, tj. vitamina C). Takođe, konzervisanjem se sprečavaju nepoželjne promene hrane, kao što je na primer užeglost masti usled oksidacije masnih kiselina, ili promene usled delovanja enzima (potamnjivanje jabuke na mestu zasecanja). Budući da je kvarenje hrane najčešće posledica prisustva mikroorganizama, konzervisanje ima za cilj da zaustavi, odnosno uspori njihov rast i razmnožavanje, a samim tim i da osužeti delovanje njihovih produkata (enzima i toksina). Uopšteno govoreći, konzervisanjem se produžava održivost hrane, uz istovremeno očuvanje njene hranljive vrednosti i poželjnih senzorskih svojstava.

Primenom različitih postupaka konzervisanja postižu se sledeći efekti:

- povećava se održivost (odlaže kvarenje hrane);
- proširuje se asortiman prehrambenih proizvoda (sveža, zamrznuta, soljena i konzervirana riba, na primer);
- poboljšavaju se senzorske karakteristike hrane;
- povećava se energetska ili nutritivna vrednost;
- omogućava se da hrana sezonskog karaktera bude dostupna tokom cele godine itd.

Metode konzervisanja hrane mogu biti:

- fizičke;
- hemijske i
- biološke.

U fizičke metode konzervisanja hrane ubrajaju se: podvrgavanje hrane određenim temperaturnim režimima (izlaganje niskim ili visokim temperaturama); uparivanje i sušenje; pakovanje u vakumu; zračenje (jonizujuće, ultravioletno, ultrazvučno, mikrotalasno) i konzervisanje dejstvom visokog pritiska.

Hemijske metode konzervisanja hrana obuhvataju soljenje, salamurenje, dimljenje, primenu gasova za pakovanje hrane, kao i upotrebu konzervanasa.

Biološke metode konzervisanja hrana zasnivaju se na procesu fermentacije.

Pri konzervisanju hrane neophodno je da se ispoštuju dva osnovna načela:

- **načelo abioze** – odnosi se na metode kojima se konzervisanje hrane postiže uništavanjem mikroorganizama i
- **načelo anabioze** – odnosi se na metode kod kojih se konzervisanje postiže kontrolisanjem uslova nepodobnih za rast i razmnožavanje mikroorganizama. U ovom slučaju zaustavljen je ili je usporen rast mikroorganizama, ali su oni i dalje živi (preživljavaju).

Principi konzervisanja hrane abiozom i anabiozom proizašli su iz saznanja da su mikroorganizmi najčešći uzročnici kvarenja, tako da je suzbijanje njihove aktivnosti od primarnog značenja. U abiotičke postupke konzervisanja hrane ubrajaju se: sterilizacija i zračenje jonizujućim zračenjem. Anabiotički postupci obuhvataju sve ostale postupke konzervisanja hrane.

Važno je zapamtiti da se mikroorganizmi gotovo u potpunosti uništavaju samo termičkom obradom hrane pri visokim temperaturama (sterilizacija) i primenom jonizujućeg zračenja, dok se primenom svih ostalih postupaka konzervisanja, uglavnom samo sprečava njihov rast.

Dakle, anabiotički postupci su postupci kojima se onemogućava aktivnost mikroorganizama, njihov rast i razmnožavanje, ali će oni te sposobnosti ponovo ispoljiti kada se za to steknu uslovi. Prema tome, **neke metode konzervisanja smanjuju broj bakterija (abiotički postupci), a neke metode usporavaju njihovo razmnožavanje (anabiotički postupci)**. Jasno je da konzervisanje postupcima prve grupe ima trajniji efekat, a postupcima druge, privremeni efekat. Međutim, to u praksi nije uvek tako, jer rezultat svakog postupka zavisi i od toga da li je on primenjen na adekvatan način. Na primer, zamrzavanjem se može ostvariti trajnost neke namirnice u veoma dugom vremenskom periodu (naročito ako se koriste vrlo niske temperature), dok se upotrebom neadekvatne ambalaže može degradirati namirnica tretirana postupkom „trajnog“ konzervisanja, kao što je sterilizacija.

U svakom slučaju, bezbednost hrane, odgovarajući rok trajanja i poželjne senzorske karakteristika nije moguće postići primenom samo jedne vrste konzervisanja. Zato je uobičajeno da se u tom cilju koristi kombinacija više njih.

1. FIZIČKE METODE KONZERVISANJA HRANE

Kao što je već pomenuto, u fizičke metode konzervisanja hrane ubrajaju se: podvrgavanje hrane određenim temperaturnim režimima (izlaganje niskom ili visokim temperaturama); uparivanje i sušenje; pakovanje u vakumu; zračenje (jonizujuće, ultravioletno, ultrazvučno, mikrotalasno), i izlaganje visokom pritisku.

1.1. KONZERVISANJE PRIMENOM NISKIH TEMPERATURA

Konzervisanje hrane primenom niskih temperatura obuhvata hlađenje pri temperaturi od -1°C do 7°C i pri temperaturi od -1°C do 4°C (u zavisnosti od vrste namirnice) i zamrzavanje pri temperaturama od -12°C i nižim.

Temperatura je jedan od osnovnih činilaca koji određuju brzinu enzimskih, hemijskih i fizičkih procesa. Brzina većine hemijskih reakcija zavisna je od temperature. Jednostavno, sa opadanjem temperature, opada (smanjuje se) brzina odvijanja hemijskih reakcija. Kako je kvarenje hrane uzrokovano hemijskim reakcijama koje su posledica mikrobiološke aktivnosti, čuvanje hrane na nižim temperaturama može produžiti rok njenog trajanja.

1.1.1. Hlađenje

Hlađenje je postupak kojim se hrana izlaže niskim temperaturama koje odgovaraju temperaturama u frižideru (između -1°C i 8°C). Hlađenje usporava rast mikroorganizama, kao i metabolizam biljaka nakon žetve i promene koje nastaju u tkivu životinja nakon klanja. Hlađenjem se takođe sprečava odvijanje hemijskih reakcija koje dovode do oksidacije lipida, pojave tamnjenja voća i povrća i hemijskih reakcija koje dovode do promena na pigmentima hrane i gubitka hranljivih sastojaka hrane.

Snižavanjem temperature usporavaju se sve hemijske reakcije, smanjuje se aktivnost enzima i usporavaju se fizičke promene (isparavanje vlage). Jasno je da na niskim temperaturama prestaje ili se usporava rast i razmnožavanje mikroorganizama. Jedini izuzeci su psihofilni mikroorganizmi koji mogu da se razmnožavaju i pri temperaturi frižidera, pa je kontrola njihovog prisustva veoma važna sa aspekta kvaliteta, ali i bezbednosti hrane. Pri niskim temperaturama mikrobiološko kvarenje hrane kao posledica aktivnosti psihofilnih mikroorganizama

je odloženo (usporeno). Istina, u ovom slučaju mikroorganizmi i imaju mogućnost rasta, ali se on ne odvija tako brzo. Zato, oscilacije temperature pri kojima se hrana čuva u frižideru (pre svega one iznad 4 °C) mogu da dovedu do kvarenja u kraćem vremenskom periodu od uobičajenog.

Važno je imati u vidu da mezofilni mikroorganizmi, iako ne mogu da rastu pri temperaturama frižidera, oni pri tim temperaturama preživljavaju. Pošto hlađenje nije proces koji dovodi do uginuća mikroorganizama, bitno je da namirnice koje se hlade u frižideru bude dobrog mikrobiološkog kvaliteta i da se rukovanje hranom obavlja u skladu sa tzv. dobrom higijenskom praksom.

Potrebno je naglasiti da **konzervisanje hrane hlađenjem predstavlja metodu koja najmanje utiče na promenu izvornog kvaliteta hrane, ali da se njime (hlađenjem) rok trajanja hrane značajno ne produžava**. Povećanje efikasnosti ovog vida konzervisanja postiže se kombinacijom hlađenja sa nekom od drugih metoda konzervisanja hrane, kao što je pakovanje u modifikovanoj atmosferi, tj. u atmosferi sa sniženom koncentracijom kiseonika i povećanom koncentracijom azota ili ugljen-dioksida.

U vezi sa hlađenjem hrane treba znati da neka hrana, kao što je tropsko voće, nije pogodna za čuvanje u frižideru, jer niske temperature dovode do oštećenja njegovog tkiva. Ovako oštećeno tkivo je idealan supstrat za dalje razlaganje pod uticajem mikrobiološke aktivnosti.

Nekad se hrana hladi ne samo zbog postizanja konzervišućeg efekta, već i zbog poboljšanja senzorskih karakteristika, kao što je to slučaj sa svežim mesom, sirevima, vinima i dr.

U svakom slučaju, sprečavanje kvarenja hrane postupkom hlađenja počiva na:

- **usporavanju odvijanja hemijskih reakcija i**
- **usporavanju rasta i razmnožavanja mikroorganizama.**

1.1.2. Zamrzavanje

Zamrzavanje je vrlo poželjan način konzervisanja hrane. Za razliku od hlađenja, zamrzavanjem se određena vrsta hrane može očuvati u mnogo dužem vremenskom periodu, a da pri tome ne dođe do značajnih promena u sastavu hranljivih materija u hrani i do promene njenih senzorskih karakteristika. Zamrzavanjem se sprečava aktivnost gotovo svih mikroorganizama. Hrana počinje da se zamrzava već pri temperaturama od $-0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Pri tim temperaturama rast mikroorganizama nije moguć, ali postoji mogućnost da je zaostala aktivnost pojedinih enzima, kao što su lipaze. Ta aktivnost se smanjuje postupkom blanširanja voća i povrća pre zamrzavanja, čime se inaktiviraju enzimi čija bi aktivnost mogla da prouzrokuje promene boje tokom skladištenja

Konzervirajući efekat zamrzavanjem postiže se na više načina. Pre svega, pri temperaturi od $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ i nižoj, voda u hrani prelazi u čvrsto agregatno stanje. Na taj način smanjuje se količina vode dostupne mikroorganizmima, odnosno smanjuje se a_w vrednost hrane (promene aktivnosti vode u zavisnosti od temperature zamrzavanja prikazane su u tabeli 7).

Tabela 7. Efekat temperature zamrzavanja na a_w vrednost vode

Temperatura ($^{\circ}\text{C}$)	a_w
0	1
-5	0,95
-10	0,91
-15	0,86
-20	0,82
-40	0,68

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Adams i Moss (2008)

Sa nižom aktivnošću vode u hrani, sve su nepovoljniji uslovi za život mikroorganizama, pa se samim tim smanjuje i njihov broj. Međutim, sve dok je temperatura iznad $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ i dalje postoji mogućnost rasta mikroorganizama, pre svega psihrofilnih, kao što su neke vrste kvasca i plesni koji su, uz to, tolerantni i na smanjenu aktivnost vode. Ispod ovih temperatura prestaje aktivnost svih mikroorganizama, ali dolazi i do smanjenja njihovog broja. Naime, pored toga što se zamrzavanjem smanjuje aktivnost vode u hrani, prelaskom vode iz tečnog u čvrsto agregatno stanje, formiraju se kristali leda koji oštećuju ćelije

mikroorganizama, što dovodi do njihovog uginuća. Stope preživljavanja mikroorganizama nakon zamrzavanja kreću se između 5 i 70%. U vezi s tim, važno je podsetiti se da zamrzavanje **ne utiče** na bakterijske spore. One su otporne na delovanje temperature zamrzavanja.

Kvalitet zamrznutih proizvoda i preživljavanje mikroorganizama tokom zamrzavanja zavisi i od brzine kojom se zamrzavanje izvodi. Naime, naglim snižavanjem temperature na oko 0 °C bakterije doživljavaju temperaturni šok i gube sposobnost reprodukcije. Ukoliko se, pak, zamrzavanje obavlja sporije, dolazi i do smanjenja kvaliteta hrane, jer se tom prilikom stvaraju krupniji kristali leda koji u većoj meri oštećuju hranu, odnosno njenu teksturu, što je jedna od nepoželjnih pratećih pojava zamrzavanja. Još jedna od nepoželjnih uticaja zamrzavanja na kvalitet hrane jeste promena boje na površini zamrznutog proizvoda do koje može doći usled sublimacije⁵ vode iz hrane u sredinu u kojoj se zamrzavanje odvija. To se može sprečiti adekvatnim skladištenjem hrane u ambalaži od materijala koji su nepropusni za vodu i vodenu paru.

U prehrambenoj industriji danas, primenjuje se i tzv. *parcijalno zamrzavanje*, odnosno **super hlađenje** (*super chilling*). Parcijalno zamrzavanje je postupak u toku kojeg se zamrzava samo manja količina vode u hrani. To se postiže pri temperaturama koje su za 1 do 2 °C niže od početne tačke zamrzavanja za određenu hranu. Primenom ovog postupka postiže se niža temperatura u hrani, u poređenju sa onom koja se postiže običnim hlađenjem. Ta veća akumulacija hladnoće u hrani služi kao kompenzacija u slučaju variranja temperatura u hladnom lancu u toku skladištenja hrane. Ujedno, pri ovakvom načinu zamrzavanja stvara se manja količina leda u hrani. Zahvaljujući tome, daleko su manja oštećenja parcijalno zamrznute hrane u poređenju sa onima do kojih dolazi kod potpunog zamrzavanja.

Konzervišući efekat zamrzavanja postiže se:

- **usporavanjem odvijanja hemijskih reakcija;**
- **usporavanjem i prestankom rasta i razmnožavanja mikroorganizama;**
- **smanjenjem aktivnosti vode u hrani i**
- **smanjenjem broja mikroorganizama koji su oštećeni formiranjem kristala leda.**

⁵ Sublimacija je prelazak neke supstance iz čvrstog u gasovito agregatno stanje

1.2. KONZERVISANJE PRIMENOM VISOKIH TEMPERATURA

Konzervisanje toplotom je verovatno najstariji metod konzervisanja hrane. Cilj konzervisanja toplotom jeste da se unište skoro svi mikroorganizmi, njihove spore i inaktiviraju enzimi koji bi inače doveli do neželjenih promena u hrani, odnosno do kvarenja hrane. Poznato je da većina ćelija bakterija, kvasaca i plesni podvrgnute zagrevanju bivaju uništene pri 60-90 °C. Međutim, spore nekih bakterija su veoma otporne na termičku obradu. Osim toga, treba imati u vidu da se pri visokim temperaturama smanjuje hranljiva vrednost namirnica.

Prema temperaturi kojoj se hrana izlaže, razlikuju se tri postupka konzervisanja hrane primenom visokih temperatura. To su: pasterizacija, sterilizacije i blanširanje.

1.2.1. Pasterizacija

Pasterizacija je postupak kojim se u velikoj meri uništavaju vegetativni oblici bakterija (pre svega patogenih), ali ne i njihove spore. Za pasterizaciju se koristi temperature koje su ispod temperatura ključanja vode (100 °C), obično od 60 do 80 °C, u trajanju od nekoliko minuta ili sekundi. Dugotrajna pasterizacija se sprovodi u trajanju od 30 do 40 minuta pri temperaturi od 63 do 65 °C, dok se kratkotrajna pasterizacija izvodi od 1 do 1,5 minuta pri temperaturi od 85 do 95 °C. Po pravilu, što je temperatura pasterizacije viša, sam postupak kraće traje, i obrnuto.

Dva su osnovna cilja pasterizacije: da se unište patogeni oblici mikroorganizama i da se poveća održivost hrane, tako što eliminiše veći deo bakterija koje mogu izazvati kvarenje hrane. Pasterizuju se mleko, sir, mlečni proizvodi, sirupi, pivo, sirće, voda, voćni sokovi, konzervisano povrće, voćne prerađevine (kompoti, džemovi, marmelade i dr.), tečna jaja i dr.. Prikaz pasterizacije u cilju konzervisanja različitih kategorija hrane dat je u *tabeli 8*.

Tabela 8. Pasterizacija različitih kategorija hrane

<i>Hrana</i>	<i>Osnovni cilj</i>	<i>Temperatura/vreme pasterizacije</i>
Voćni sok	Inaktivacija enzima	65 °C/30 min, 77 °C/1 min, ili 88 °C/15 s
Pivo	Uništavanje bakterija koje izazivaju kvarenje	65-68 °C/20 min ili 72-74 °C/1-4 min
Mleko	Uništavanje štetnih bakterija	63 °C/30 min ili 71.5°C/15 s
Tečna jaja	Uništavanje štetnih bakterija	64,4 °C/2.5 min ili 60 °C/3,5 min

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Amit i sar. (2017)

Osim za konzervisanje tečnih i kašastih namirnica, pasterizacija se u poslednje vreme koristi se i za konzervisanje minimalno prerađenih namirnica, kao što su meso i povrće (*sous vide* proizvodi) koje se nakon toga (zbog blage termičke obrade) najčešće vakuumiraju i drže u frižiderima tokom prodaje, kako bi im se povećala održivost.

U pasterizovanim namirnicama broj bakterija je smanjen, ali one nisu u potpunosti uništene, tako da je sam uticaj pasterizacije na održivost hrane relativno mali - od nekoliko dana (mleko) do nekoliko meseci (voćni sokovi). Zbog toga se pasterizacija uglavnom kombinuje sa hlađenjem u frižideru, dodavanjem konzervanasa i pakovanjem u modifikovanoj atmosferi.

Primenom postupka pasterizacije, dolazi do smanjenja sadržaja hranljivih materija, kao što su vitamini, pigmenti i druga jedinjenja. Međutim, sa aspekta nutricionizma, ti gubici su minimalni.

1.2.2. Sterilizacija

Sterilizacija je postupak termičke obrade hrane koji se odvija pri temperaturama višim od 100 °C, tokom kojeg se bakterije, gljivice, ali i spore bakterija uništavaju. Primenom ovih temperatura postiže se znatno duža održivost hrane.

Sama sterilizacija hrane se može izvoditi pre punjenja ambalaže, nakon punjenja, ili kombinovano (delimično pre, a delimično posle). Primer kombinovanog konzervisanja jeste kada se namirnica vrela sipa u ambalažu (čime se postiže dezinfekcija unutrašnjih površina ambalaže), a nakon zatvaranja se ponovo podvrgava zagrevanju kako bi se obezbedila sterilizacija. Konzervisanje pre punjenja ambalaže obično se primenjuje za tečne, polutečne i kašaste proizvode, dok se čvrste namirnice prvo upakuju u ambalažu, a zatim sterilišu.

U novije vreme primenjuju se tzv. **aseptični postupci** sterilizacije, što podrazumeva da se namirnica prvo sterilise, zatim se brzo ohladi, a onda se u aseptičnim uslovima pakuje u sterilisanu ambalažu. Ovakav pristup omogućava upotrebu viših temperature sterilizacije (obično od 130 do 140 °C) u trajanju od svega nekoliko sekundi. Primer za ovu vrstu sterilizacije je UHT mleko. UHT je skraćenica od engleskih reči *Ultra High Temperature* (veoma visoke temperature). Kratkotrajnom sterilizacijom moguće je delimično sačuvati izvorni kvalitet hrane, uz postizanje duže održivosti. Aseptično pakovanje za sada se koristi kod pakovanja sokova, mlečnih proizvoda, komada voća, paradajz pirea i dr.

Konzervisanje termičkom sterilizacijom ima i svojih nedostataka: nutritivna vrednost sterilizovanih namirnica je manja u poređenju sa svežim, jer dolazi do denaturacije proteina, delimičnog razlaganja masti, kao i do inaktivacije i razlaganja na toplotu osetljivih vitamina (pre svega vitamini B grupe i vitamin C). Razumljivo je da će na kvalitet hrane veći uticaj imati proces sterilizacije nego proces pasterizacije, budući da su primenjene temperature u procesu sterilizacije više.

Sterilizovane namirnice imaju rok trajanja i do godinu dana, čak i kada se čuvaju na sobnoj temperaturi, dok je rok pasterizovanih značajno kraći. Zato se, u cilju očuvanja izvornih kvaliteta namirnica, koristi kombinacija toplote, vakuumiranja, hlađenja, ili nekih drugih metoda.

Efekti pasterizacije i sterilizacije uporedo su prikazani u *tabeli 9*.

Tabela 9. Poređenje efekata pasterizacije i sterilizacije

Kriterijum	Pasterizacija	Sterilizacija
Primenjena temperatura	Temperatura ispod 100 °C	Temperatura iznad 100 °C
Uticaj na mikroorganizme	Termofili, spore i virusi mogu preživeti	Gotovo svi mikroorganizmi i spore ne mogu preživeti
Uticaj na hranljive materije	Zanemarljiv	Masti, proteini, šećeri i vitamini se mogu razgraditi
Skladištenje	Frižider	Sobna temperatura
Održivost	Dani, nedelje	Mesecima

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Amit i sar. (2017)

1.2.3. Blanširanje

Blanširanje je blaga termička obrada kojom se inaktivišu oksidativni enzimi u voću i povrću. Blanširanje obično prethodi konzervisanju postupkom zamrzavanja ili postupkom dehidratacije. Izvodi se na pari, ili unošenjem voća i povrća u vrelu vodu (88-99 °C) tokom 1-5 minuta. Ukoliko ne bi bili inaktivisani termičkom obradom, enzimi kao što su peroksidaza, pektin-esteraza, lipooksigenaza, katalaza i polifenol-oksidaža uzrokovali bi promene u povrću (pre svega, promene boje, ukusa i teksture). Blanširanjem se takođe uklanja i višak vazduha iz biljnog tkiva, čime se olakšava proces pakovanja. Pri blanširanju dolazi do manjeg gubitka hidrosolubilnih vitamina.

1.3. KONZERVISANJE UPARAVANJEM I SUŠENJEM

Uparavanjem i sušenjem hrane, iz nje se, u većoj ili manjoj meri, odstranjuje voda.

Uparavanje (ukuvavanje) je postupak konzervisanja hrane u tečnom i polutečnom stanju, koji se sastoji u isparavanju vode i dobijanju koncentrovanih proizvoda. Postupkom uparavanja konzervišu se mleko, jaja, sokovi. Takođe, ovaj postupak se primenjuje u proizvodnji marmelade, pekmeza i džema i želea od voća. Pri tome se dodatno koncentrovanje proizvoda može postići dodavanjem supstanci za koncentrovanje, kao što su određene količine šećera (saharoze, glukoze, skrobnog sirupa) ili kuhinjske soli.

Konzervisanje sušenjem ili dehidratacijom je proces kojim se uklanja voda iz hrane, tako da krajnji proizvod bude u čvrstom stanju u kojem treba i da ostane. Osnovni cilj sušenja jeste da se u hrani smanji količina vode, do nivoa pri kojem aktivnost mikroorganizama i enzima koji dovode do kvarenja hrane nije moguća. U ovom slučaju, konzervišući efekat postiže se snižavanjem aktivnosti vode, što je direktna posledica procesa isparavanja. Ujedno, u uslovima smanjene količine vode u hrani, smanjuje se i aktivnost enzima koji može dovesti do kvarenja hrane.

Sušenje je verovatno najstarija metoda konzervisanja hrane, a može se izvesti prirodno ili veštački. Prirodnim putem voda se iz hrane uklanja pod dejstvom sunčevog zračenja i prirodnog strujanja vazduha. Prirodan način sušenja hrane primenjuje se za cele i usitnjene komade povrća, voća, ribe i mesa. Ono je još uvek uobičajena metoda konzervisanja hrane u toplim klimatskim područjima. Tradicionalno se suše: meso, riba, voće, povrće, kafa, čaj i žita. Brzo sušenje je od suštinske važnosti za sprečavanje početka kvarenja, što se može postići samo u krajevima sa izuzetno toplom klimom i niskom vlažnošću vazduha. U područjima gde uz visoku temperaturu postoji i visoka vlažnost vazduha, sušenje je obično sporije, tako da se hrana pre sušenja obično usoljava kako bi se sprečio rast mikroorganizama.

Veštačko sušenje se sprovodi pod mikroklimatskim uslovima u za to namenjenim objektima prehrambene industrije.

Sušenje ima brojne prednosti. Njime se smanjuje masa hrane, čime se olakšava njeno skladištenje, pakovanje i transport. Sušenje je jedan od najjeftinijih postupaka konzervisanja hrane. Uz to, hrana sušenjem dobija specifične senzorske karakteristike. Loša strana ovog postupka je to što hrana sušenjem gubi neka svoja nutritivna svojstva, kao što je smanjenje sadržaja vitamina C, tiamina i proteina. Karakteristike postupka sušenja različitih kategorija hrane prikazani su u *tabeli 10*.

Tabela 10. Karakteristike postupka sušenja različitih kategorija hrane

<i>Hrana izložena sušenju</i>	<i>Temperatura i vreme</i>
Voće	
Višnje	70 °C / 2–3 h; 55 °C do željenih karakteristika
Kokos	45 °C do željenih karakteristika
Ananas	70 °C / 1–2 h; 55 °C do željenih karakteristika
Povrće	
Luk	70 °C / 1–2 h; 55 °C do željenih karakteristika
Peršun	30 °C to 50 °C
Riba	
Šaran	4 °C pod visokim pritiskom 15–20 min
Meso	
Svo meso	80 °C / 2 h

Izvor: *Preuzeto i adaptirano iz Amit i sar. (2017)*

Liofilizacija je postupak sušenja hrane u zamrznutom stanju kojim se omogućava odstranjivanje vode iz hrane koja se ne može izložiti uobičajenim postupcima ili se suši nedovoljno. Osnovni princip liofilizacije jeste da se iz prethodno zamrznutog proizvoda uklanja voda sublimacijom leda tj. neposrednim prelazom vode iz čvrstog u gasovito stanje. Sublimacija je proces tokom kojeg led prelazi u gas, bez prethodnog otapanja (na niskoj temperaturi led, uz smanjenje pritiska, može direktno preći u gas). Ta pojava u prirodi nije moguća, ali u fabričkim uslovima proizvodnje jeste. Na primer, ukoliko se napravi vakuum, led isprava bez prethodnog otapanja. Na taj način namirnici se oduzima voda i mikroorganizmi gube podlogu za razmnožavanje.

Na tržištu se mogu naći liofilizirani ekstrakti kafe, voćnih sokova i začina.

Prednosti liofilizacije su:

- velika održivost proizvoda;
- održanje strukture i oblika;
- neznatne promene boje i ukusa;
- minimalan gubitak vitamina.

Osnovni nedostatak liofilizacije je to što je taj postupak konzervisanja hrane prilično skup.

Pošto prilikom sušenja ne dolazi do većeg uginuća mikroorganizama, već samo do zaustavljenja njihovog rasta, od izuzetne je važnosti da se hrana koja se suši proizvodi od mikrobiološki kvalitetne sirovine i da se tokom sušenja poštuju sve higijenske mere. Takođe, s obzirom na to da sušeni proizvodi imaju uglavnom dugačak rok trajanja, veoma je važno da oni tokom skladištenja budu zaštićeni od vlage, pre svega pravilnim pakovanjem, odnosno materijalima koji ne propuštaju vlagu. U suprotnom, može se desiti da proizvod upije vlagu iz spoljašnje sredine i na taj način se u hrani mogu stvoriti džepovi koji imaju relativno visoku aktivnost vode gde može doći do rasta i razmnožavanja mikroorganizama.

Konzervišući efekat uparavanja i sušenja postiže se:

- **snižavanjem aktivnosti vode.**

1.4. KONZERVISANJE JONIZUJUĆIM ZRAČENJEM

Istraživanja o mogućnostima primene zračenja, u cilju konzervisanja hrane, započela su 1945. godine u SAD-u nakon čega su se i mnoge druge zemlje uključile u aktivnosti usmerene na tehnološke, zdravstvene i zakonodavne okvire primene ovog vida konzervisanja hrane. Za konzervisanje hrane se najčešće koriste gama zraci i beta čestice. (Otuda potiče alternativni naziv beta zračenje). U svakom slučaju, kad se govori o zračenju hrane, misli se na upotrebu tih zraka. Osim u cilju uništenja mikroorganizama, zračenje se primenjuje i u druge svrhe, kao što je uništavanje insekata ili sprečavanje klijanja.

Prilikom zračenja ne dolazi do stvaranja toplote. Zbog toga se za ovu vrstu sterilizacije koristi i naziv „**hladna sterilizacija**“. Treba imati u vidu da zbog velike energije koju ovo zračenje ima može doći i do hemijskih promena u hrani koja je podvrgnuta zračenju. Visoke doze zračenja koje se primenjuju za sterilizaciju oštećuju i druge molekule (ne samo mikroorganizme), pri čemu se stvaraju slobodni radikali koji lako i brzo stupaju u reakciju sa drugim molekulima.

Jonizujuće zračenje ispoljava svoj konzervišući efekat tako što može direktno uticati na mikroorganizme (oštećuje nasledni materijal), ili indirektno (preko inhibitornog efekata slobodnih radikala). Mikroorganizmi nisu otporni na delovanje jonizujućeg zračenja, ali su izuzetak spore bakterija *Clostridium botulinum* tipa A koje mogu preživeti i ovaj vid konzervisanja. Doze jonizujućeg zračenja koje se primenjuju u cilju konzervisanja hrane iskazuju se u kilogrejima (kGy).

Uspostavljene i dozvoljene doze zračenja hrane u cilju konzervisanja, kao i očekivani efekti i koristi u odnosu na kategoriju hrane prikazani su u *tabeli 11*.

Prednosti konzervisanja hrane zračenjem ogledaju se u tome da je zračenje hrane kontrolisan, precizan i vrlo efikasan proces; da ono ne dovodi do promene senzorskih karakteristika hrane, tako da u tom pogledu hrana zadržava svoja originalna svojstva.

Tabela 11. Dozvoljene doze zračenja hrane u cilju konzervisanja

Nivo doze	Efekti	Doza	Hrana
Niska doza ($< 1\text{ kGy}$)	Sprečavanje klijanja	0,05 – 0,15	Krompir, crni i beli luk
	Uništavanje insekata	0,15 – 0,5	Žita i mahunarke, sveže i sušeno voće, meso i riba
	Odlaganja fizioloških procesa (na primer, sazrevanja)	0,25 – 1.0	Sveže voće i povrća
Srednja doza (1 - 10 kGy)	Produženje održivosti	1.0 – 3.0	Sveža riba, jagode, pečurke
	Eliminacija mikroorganizama	1.0 – 7.0	Sveži i zamrznuti plodovi mora, pileтина, meso i dr.
	Uticaj na pojedine osobine hrane	2.0 – 7.0	Grožđe (povećanje prinosa soka), dehidrirano povrće (smanjenje vremena potrebnog za termičku obradu)
Visoka doza (10–50kGy)	Sterilizacija u kombinaciji sa umerenom termičkom obradom	30 - 50	Meso, živina, plodovi mora, gotova hrana, hrana za ishranu lica u bolnicama
	Dekontaminacija prehrambenih aditiva i drugih sastojaka	10 - 50	Začini, enzimi, prirodne gume i dr.

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Amit i sar. (2017)

Kada je reč o hranljivoj vrednosti ozračenih proizvoda, važno je pomenuti da su neki vitamini (riboflavin, niacin, vitamin D) prilično otporni na jonizujuće zračenje, ali da velike doze zračenja mogu izazvati gubitak pojedinih mikro-nutrijenata, kao što su vitamini A, B1, C i E. Rezultati istraživanja pokazuju da zračenje zapravo ima približno isti uticaj na hranljivu vrednost hrane kao i konvencionalni postupci. Kada se sve to ima u vidu, može se reći da je glavni nedostatak konzervisanja hrane jonizujućim zračenjem u vezi sa finansijskim troškovima njegove primene, jer su za to neophodna skupa postrojenja čiji rad zahteva strogo kontrolisane uslove.

Prema mišljenju renomiranih stručnjaka iz oblasti tehnologije hrane, korišćenje zračenja za sterilizaciju je bezbedan postupak pri kojem ne dolazi do stvaranja toksičnih materija. Brojna istraživanja su pokazala da nema nijednog valjanog dokaza da su ozračene namirnice štetne po zdravlje ljudi. Ono što je u vezi s tim najvažnije jeste da, i pri najintenzivnijem zračenju, namirnica ne postaje radioaktivna, čega se, inače, mnogi potencijalni kupci najčešće plaše. Pa, ipak, osim velikih finansijskih ulaganja, najozbiljnija prepreka široj upotrebi zračenja kao vida konzervisanja hrane jeste nepoverenje i otpor kod potrošača.

1.5. KONZERVISANJE PAKOVANJEM HRANE U VAKUUMU

Vakuum pakovanje je način pakovanja hrane kojim se uklanja vazduh, odnosno kiseonik iz pakovanja pre njegovog zatvaranja. Konzervišući efekat tog postupka proističe iz činjenice da tako stvoreni anaerobni uslovi (sredina bez kiseonika) ne pogoduju najvećem broju mikroorganizama. Ujedno, vakuum pakovanje povoljno utiče i na senzorska svojstva hrane, kao što su sočnost, mekoća i ukus.

Kod pakovanja u vakuumu, uklanjanjem vazduha u ambalaži nepropusnoj za kiseonik, stvaraju se anaerobni/mikroaerofilni uslovi, povećava se sadržaj CO₂ i smanjuje pH proizvoda (usled nakupljanja ugljen-dioksida). Kiseonik zaostao u ambalaži prelazi u ugljen-dioksid zbog respiracije tkiva i bakterijske aktivnosti. Tako nastali uslovi suzbijaju rast aerobnih bakterija i omogućuju rast fakultativnih anaeroba. Problem kod ove vrste fizičkog konzervisanja je favorizovanje rasta striktnih anaerobnih mikroorganizama, a oni mogu biti štetni po zdravlje ljudi, kao što je to anaerobna bakterija *Clostridium botulinum*. Rešenje za taj problem jeste kombinacija postupka konzervisanja. Na primer, hranu pakovanu u vakuumu, dodatno je potrebno konzervisati postupcima koji dovode do snižavanja pH vrednosti hrane do nivoa na kojem ta bakterija nije u mogućnosti da raste, da se razmnožava i stvara toksine.

1.6. OSTALE FIZIČKE METODE KONZERVISANJA

Fizičke metode konzervisanja hrane, koje sve više nalaze primenu u savremenoj prehrambenoj industriji su: konzervisanje ultrazvučnim talasima, ultravioletnim zračenjem, mikrotalasima, visokim pritiskom i upotrebom pulsirajućih električnih polja.

1.6.1. Konzervisanje ultrazvučnim talasima

Konzervisanje ultrazvučnim talasima dovodi do razaranja mikroorganizama talasima zvuka visoke frekvencije (viših od 20 kHz i nečujnih za ljudsko uho) koji izazivaju promene u strukturi ćelije mikroorganizma. Ultrazvučni talasi u tečnom medijumu stvaraju sitne mehuriće gasa koji brzo i razorno deluju na mikroorganizme čime se postiže konzervišući efekat. Ovaj postupak konzervisanja hrane, najčešće se kombinuje sa drugim postupcima.

1.6.2. Konzervisanje ultravioletnim zračenjem

Područje primene antimikrobnog delovanja ultraljubičastih zraka je: $\lambda = 290-220 \text{ nm}$. Antimikrobno delovanje u ćeliji mikroorganizma se postiže promenama na naslednom materijalu ćelije mikroorganizma, ali i pokretanjem hemijskih reakcija u ćeliji mikroorganizma koje dovode do prestanka njenih aktivnosti i, konačno, do njenog uginuća. S obzirom na to da ultravioletno zračenje slabo prodire u namirnicu, najčešće se primenjuje kao pomoćna metoda konzervisanja hrane, a mnogo češće se koristi za sterilizaciju ambalaže i prostorija.

1.6.3. Konzervisanje mikrotalasnim zračenjem

Energija mikrotalasa određene frekvencije dovode do uginuća mikroorganizama. Međutim, mikrotalasno zagrevanje često dovodi do nejednakog zagrevanja hrane. Ta neujednačenost zagrevanja u suštini je glavni nedostatak upotrebe mikrotalasa u konzervisanju hrane. U prehrambenoj industriji, mikrotalasi se uglavnom koriste za odmrzavanje zamrznutih blokova mesa pre njihove dalje prerade u proizvode, zatim u cilju blanširanja voća i povrća pre zamrzavanja i u cilju pasterizacije pekarskih proizvoda.

1.6.4. Konzervisanje visokim pritiskom

Smatra se da primena ultra visokog pritiska od 900 MPa dovodi do uginuća mikroorganizama, ali i do sprečavanja nastanka različitih hemijskih reakcija koje bi mogle dovesti do kvarenja hrane. Svoj antimikrobni efekat, ultra visoki pritisak ispoljava tako što dovodi do promena u strukturi proteina bakterijskih ćelija, čime one gube svoje funkcije. Primenom visokog pritiska kao vida konzervisanja hrane, postiže se očuvanje hrane na duži vremenski period, pri čemu ne dolazi do promene njene hranljive vrednosti. Očuvan kvalitet, u smislu hranljive vrednosti i senzorskih karakteristika, upravo je glavna prednost ovog vida konzervisanja, dok mu je glavni nedostatak skupa oprema neophodna za njegovu primenu.

Primenom visokog pritiska najčešće se konzervišu: džemovi, prelive za salate, voćni sosevi i sokovi, jogurti sa aromom voća, kuvane šunke, ostrige i dr.

1.6.5. Konzervisanje upotrebom pulsirajućih električnih polja

Konzervisanje hrane pulsirajućim električnim poljem (PEP) izvodi se tako što se hrana smešta između dve elektrode i, u vremenu manjem od jedne sekunde, izlaže pulsirajućem polju visokog napona. Dokazano je da ovaj postupak dovodi do uginuća mikroorganizama, ali da su spore bakterija na njega otporne. Do uginuća ćelije mikroorganizma dolazi zbog poremećaja funkcije ćelijske membrane.

Dobra strana konzervisanja upotrebom pulsirajućih električnih polja ogleda se u tome što hrana zadržava svoje senzorske karakteristike. Nedostaci ovog postupka su to što nije efikasan protiv enzima i spora i što se može koristiti samo za konzervisanje hrane tečne konzistencije, budući da se njegovom primenom može narušiti struktura čvrste hrane.

2. HEMIJSKE METODE KONZERVISANJA HRANE

Hemijske metode konzervisanja hrane obuhvataju hemijske procese kao što su: soljenje, salamurenje, dimljenje, pakovanje u modifikovanoj atmosferi gasova i upotreba konzervanasa.

2.1. KONZERVISANJE SOLJENJEM I SALAMURENJEM

Soljenje je konzervisanje mesa isključivo kuhinjskom solju. Salamurenje je konzervisanje smešom soli za salamurenje koja uključuje kuhinjsku so, nitrata i/ili nitrite, kao i druge sastojke. Salamurenje se uglavnom primenjuje za proizvodnju suvomesnatih proizvoda, kobasica i mesnih konzervi, dok se soljenje, na primer, koristi pri proizvodnji slanine i pršute u domaćinstvu i u industrijskoj proizvodnji.

Efekat soli na održivost hrane, poznat je još iz davnih vremena, a nije zanemarljiv ni njen uticaj na senzorske osobine gotovog proizvoda. Soljenjem, hrana dobija potrebnu količinu soli i specifičan ukus, a delimično se denaturišu proteini, čime se postiže izvesna čvrstoća hrane.

Soljenje ima konzervišući efekat zahvaljujući tome što so u hrani smanjuje aktivnost vode, tj. količinu vode dostupna mikroorganizmima, jer se jedan deo vode prisutne u hrani zamenjuje solju. Smanjena aktivnost vode (a_w vrednost) usporava razmnožavanje bakterija. Ispod određene a_w vrednosti, razmnožavanje potpuno prestaje, ali vrlo retko dolazi do smrti bakterijskih ćelija. Sa povećanjem koncentracije (soli), voda izlazi iz ćelije mikroorganizama što dovodi do njegovog isušivanja. Naime, u određenom trenutku, ćelije mikroorganizama ostaju bez vode u toj meri da nije moguće odvijanje procesa koji ih održavaju u životu. Takođe, kada joni kuhinjske soli uđu u tkivo, mogu se vezati i reagovati sa molekulima proteina. Kada nema tih jona, na ta mesta bi se mogli vezati enzimi mikroorganizama. Na taj način, joni blokiraju stvaranje veze i sprečavaju delovanje bakterijskih enzima. Osim toga, hloridni joni su toksični za pojedine vrste mikroorganizama. Rezultati istraživanja pokazuju da joni hlora izazivaju direktna oštećenja ćelijske membrane mikroorganizama.

Salamurenje je konzervisanje smešom soli za salamurenje koja uključuje kuhinjsku so, nitrata i/ili nitrite. Nitrati su soli nitratne kiseline, dok su nitriti soli nitritne kiseline. Nitrati i nitriti su aditivi, konzervansi, koji se dodaju hrani u cilju produžavanja roka trajanja.

Nitrati se pod uticajem bakterija redukuju do nitrita i predstavljaju njihov izvor. Dodaju se u proizvode koji se ne obrađuju toplotom (toplota bi uništila bakterije koje bi trebalo da redukuju nitratre do nitrita). Nitriti imaju bakteriostatsko i baktericidno delovanje, a pre svega su važni jer su jedini poznati konzervansi koji dovode do inhibicije spora bakterije *Klostridijum botulinum* (*Clostridium botulinum*). Oni, takođe, imaju i antioksidativno delovanje i utiču na stvaranje poželjnih senzorskih karakteristika proizvoda, kao što je na primer boja.

Nitriti su vrlo toksični, letalna (smrtonosna) doza za čoveka je oko 4 g, ali intoksikacija (trovanje) nastaje već pri unosu 1 g. Upotreba nitrita je strogo kontrolisana, zbog svoje potencijalne štetnosti za zdravlje ljudi, odnosno zbog mogućnosti nastanka kancerogenih supstanci, jer je utvrđeno da su nitriti (i nitrati) poznati kao prekursori u stvaranja kancerogenih jedinjenja, N-nitrozoamina i N-nitrozoamida.

Postoje tri osnovna postupka soljenja, odnosno salamurenja:

- **vlažno soljenje**, kada se hrana potapa u pripremljeni slani rastvor;
- **suvo soljenje**, kada se hrana soli (posipa) suvim kristalima soli i
- **suvo soljenje u sopstvenoj salamuri**, kada se proizvod soli na sličan način kao pri suvom soljenju, s tim što se u ovom slučaju, slani rastvor (salamura) ne odstranjuje, već se proizvod zadržava u njemu.

2.2. KONZERVISANJE DIMLJENJEM

Dimljenje hrane ima dvojaku funkciju. Osim što deluje konzervišuće, dimljenje takođe utiče na senzorske karakteristike proizvoda.

Dim je mešavina koju čine vazduh, vodena para, ugljen-dioksid, ugljen-monoksid i najmanje stotina različitih organskih komponenti koje su prisutne u različitim koncentracijama i u različitom obliku - u gasnoj fazi, raspršene u vidu kapljica ili u vidu prašine. Dim koji se koristi za dimljenje nastaje nepotpunim sagorevanjem drveta. U tu svrhu najčešće služe tvrde vrste drveta (bukva, grab, hrast, cer, jasen, orah i dr.). Na osnovu velikog broja ispitivanja hemijskog sastava dima, jedinjenja koja ga čine razvrstana su u četiri glavne klase. Prvu klasu čine kisela jedinjenja; drugu, fenolne komponente; treću, karbonilna jedinjenja, a četvrtu, policiklični aromatični ugljovodonici⁶ koji su, inače, nepoželjna frakcija dima, jer umanjuju kvalitet i utiču na bezbednost dimljenih proizvoda.

U zavisnosti od temperature koja se postiže u pušnicama, dimljenje može biti: **hladno, toplo i vruće**. Temperatura u toku hladnog dimljenja kreće se između 12 °C i 25 °C, a u toku toplog dimljenja od 25 °C i 45 °C. Kod vrućeg dimljenja, temperatura dima kreće se od 40 °C do 100 °C, pri čemu se u dubini proizvoda postiže temperatura i do 85 °C.

Dimljenje se može obavljati u klasičnim (tradicionalnim) ili automatskim (modernim pušnicama).

Efekat konzervisanja mesa dimljenjem zasniva se na delovanju toplote i komponenti dima na mikroorganizme (smanjenjem količine dostupne vode) i na promenama u osnovnim sastojcima hrane koje nastaju pod dejstvom dima. Poznato je i da su vegetativne forme bakterija osetljive na dejstvo dima, dok su bakterijske spore i kvasci relativno rezistentni. Međutim, antimikrobno svojstvo dima u dimljenim proizvodima, ograničeno je uglavnom na površinu proizvoda, jer njihova koncentracija opada prema unutrašnjosti. Osim toga, sastojci dima vremenom isparavaju, a i temperature koje se koriste prilikom hladnog dimljenja najčešće nisu dovoljne za postizanje visokog konzervišućeg efekta.

U svakom slučaju, dimljenje, kao postupak termičke obrade, povoljno utiče na održivost mesa, zato što veliki broj komponenata dima - organske kiseline i alkoholi, aldehidi i ketoni, a naročito fenoli imaju antimikrobnu aktivnost prema nekim vrstama bakterija i gljivica. Aldehidi i ketoni koji nastaju pirolizom drveta, deponuju se na površini hrane i tako stvaraju specifičnu antiseptičnu barijeru koja sprečava prodor brojnih mikroorganizama koji bi mogli dovesti do kvarenja.

⁶ Dokazano je da 15 vrsta policikličnih aromatičnih ugljovodonika ima mutagen i genotoksičan efekat na ćelije eksperimentalnih životinja u in vivo uslovima, zbog čega je njihova količina ograničena u proizvodima od mesa.

Najčešće se dime: meso i proizvodi od mesa, riba i pojedine vrste sireva.

Za specifične - poželjne senzorske karakteristike dimljenih proizvoda, zaslužne tri klase jedinjenja: kisela jedinjenja, fenolne komponente i karbonilna jedinjenja. Kada se radi o intenzitetu karakterističnog mirisa i ukusa dimljenih proizvoda, ključnu ulogu imaju fenoli.

2.3. KONZERVISANJE PAKOVANJEM U MODIFIKOVANOJ ATMOSFERI

Pakovanje namirnica u smeši gasova, tj. modifikovanoj atmosferi, ili MAP (*Modified Atmosphere Packaging*) je vodeća tehnologija pakovanja 21. veka. Ovaj postupak konzervisanja primenjuje se radi održanja originalnih svojstava prehrambenog proizvoda tokom njegovog „putovanja“ od mesta proizvodnje do potrošača.

U modifikovanoj atmosferi pakuju se različite kategorije hrane: meso i proizvodi od mesa, riba i proizvodi od ribe, mlečni proizvodi, voće i povrće, orašasti proizvodi, proizvodi pekarske industrije (kore, sveže testenine, specijalne vrste hlebova, tortilje, podloge za *pizze*, kolači), čips, suvo voće i suvo povrće, začini, gotova jela, hrana za bebe, gazirana i negazirana pića.

Gasovi koji najčešće čine modifikovanu atmosferu su: ugljen-dioksid, azot i kiseonik. Njihova zastupljenost (procenat) u modifikovanoj atmosferi prilikom njenog formiranja (uvođenja gasova) je fiksna (unapred određena), ali, najčešće, ne podleže naknadnoj kontroli, tako da se vremenom udeo svakog od njih menja. Do toga dolazi iz više razloga: usled uzajamnih reakcija gasova koji čine atmosferu; usled reakcija između njih i komponenata hrane; usled transmisije gasova iz pakovanja kroz filmove za pakovanje; usled mikrobiološke aktivnosti i rastvaranja ugljen-dioksida u vodi.

Za razliku od ove uobičajene varijante pakovanja u modifikovanoj atmosferi, postoji i način pakovanja pri kojem se zastupljenost gasova tokom skladištenja stalno kontroliše.

Konzervišuće delovanje gasova primenjenih u pakovanju hrane ogleda se u njihovoj sposobnosti da, onemogućavanjem ili usporavanjem rasta i razmnožavanja mikroorganizama, zaustavljaju, odnosno usporavaju procese degradacije hrane koje prouzrokuju mikroorganizmi ili fizičko-hemijski agensi, čineći je neprihvatljivom za konzumiranje.

Svaki od gasova koji čine modifikovanu atmosferu (osim kiseonika, ugljen-dioksida i azota, u njoj se mogu naći još neki gasovi) imaju pri tome specifičnu ulogu.

Rastvaranjem ugljen-dioksida, u pakovanju nastaje ugljena kiselina (H_2CO_3) koja povećava kiselost i snižava pH vrednost proizvoda, čime se stvaraju uslovi sredine koji su nepovoljni za rast i razmnožavanje mikroorganizama. Pored toga, ugljen-dioksid usporava razvoj bakterija i plesni, čime doprinosi povećanju roka trajanja namirnica. Može se reći da, sa porastom koncentracije ugljen-dioksida, povećava se inhibicija rasta mikroorganizama.

Kiseonik se može koristiti u smeši gasova zato što njegovo prisustvo doprinosi očuvanju prirodne boje namirnica. Međutim, u pakovanju masnije hrane njegovo prisustvo je nepoželjno, zbog toga što pospešuje oksidativne promene na mastima.

Azot je inertan gas i sprečava takozvani „kolaps“ pakovanja koji nastaje zbog prisustva CO_2 . Azot se u pakovanju koristi kao gas koji zamenjuje kiseonik čijim se odsustvom sprečava (oksidacija) užegnuće, rast i razmnožavanje aerobnih mikroorganizama.

Nedostatak pakovanja hrane u smeši gasova je u tome što je to relativno skup proces – dva puta skuplji od pakovanja hrane u vakuumu. Ujedno, pakovanje u smeši gasova je masivnije od ostalih pakovanja, što, takođe, poskupljuje transport i skladištenje proizvoda. Inače, glavni hemijski problem kod pakovanja u smeši gasova jeste to što ugljen-dioksid može da dovede do površinske diskoloracije, što se događa kod hrane koja ima visoku a_w vrednost, kao što je meso, piletina i morski plodovi.

2.4. KONZERVISANJE PRIMENOM KONZERVANSA

Konzervansima se mogu smatrati sve hrani dodate materije koje uništavaju mikroorganizme ili sprečavaju njihov rast i koje inhibiraju enzimске i oksidativne procese u hrani. U zavisnosti od toga, postoje tri osnovne grupe konzervanasa. To su:

- antimikrobni konzervansi („konzervansi“ u užem smislu) – služe za kontrolu i sprečavanje rasta i razmnožavanje mikroorganizama u hrani;
- antioksidanti – sprečavaju oksidaciju lipida i/ili vitamina u hrani i
- supstance koje sprečavaju enzimsko i neenzimsko tamnjenje hrane.

Pojedini konzervansi mogu imati štetno dejstvo po zdravlje ljudi, zbog čega je njihova primena strogo kontrolisana, odnosno regulisana zakonskim aktima.

Najpoznatiji tradicionalno korišteni konzervansi su so i šećer.

Kuhinjska so (NaCl – natrijum-hlorid) je konzervans čiji se uticaj na povećanje održivosti hrane ogleda u tome što ona (so) vezuje vodu, čineći je nedostupnom za mikroorganizme, o čemu je već bilo reči.

Šećer se, osim za poboljšanje ukusa hrane, redovno koristi kao konzervans u tehnologiji prerade voća, odnosno proizvodnji hrane od voća (džemovi marmelade i sokovi). Mehanizam konzerviškog efekta šećera dodatog hrani u većoj koncentraciji zasniva se na tome da on vezuje veću količinu vode, stvarajući tako nepovoljne uslove za aktivnost mikroorganizama.

Organske kiseline (sirćetna, vinska, jabučna, limunska, sorbinska, Benzojeva i dr.) ostvaruju konzerviškog efekat tako što svojim prisustvom povećavaju kiselost hrane (smanjuju pH vrednost) i čine je nepovoljnom sredinom za rast i razmnožavanje mikroorganizama. Osim toga, organske kiseline dodate hrani usporavaju proces oksidacije (sprečavaju, na primer, tamnjenje voća i povrća), ali i poboljšavaju senzorska svojstva hrane.

Alkohol (etanol) koristi se za konzervisanje celih plodova voća namenjenih konditorskoj industriji, kao i u proizvodnji sokova od grožđa, u cilju sprečavanja alkoholne fermentacije.

Hemijski konzervansi, kao što su **solni nitriti** i **nitriti** (koriste se u solima za salamurenje mesa u svrhu razvoja i očuvanja boje, inhibicije mikroorganizama i razvoja karakteristične arome); **Benzojeva kiselina** i **njene soli** (koriste se za riblje marinade, majonez, kiselo povrće); **sorbinska kiselina** i **njene soli** (koriste se u proizvodnji piva, vina, sokova, osvežavajućih pića) i sulfiti (koriste se u proizvodnji voća, povrća, voćnih sokova, vina, osvežavajućih pića) dodaju se hrani u relativno malim koncentracijama.

Mehanizam njihovog konzerviškog delovanja bazira se na oštećenju ćelije mikroorganizama ili ometanju enzimskih procesa važnih za izmenu materija. Korišćenje ovih konzervanasa je strogo propisano, jer postoje indicije da pri dužoj upotrebi mogu negativno da utiču na zdravlje ljudi,

Savremeni potrošači nisu nimalo ravnodušni prema prisustvu aditiva u hrani. Oni uglavnom žele da hrana u što manjoj meri bude njima opterećena. Zbog toga su razumljiva sve izraženija nastojanja da se, tehnološkim inovacijama, na osnovu novih naučnih dostignuća, osvoji proizvodnja hrane koja će biti bezbedna, visokog kvaliteta, očuvanih senzorskih karakteristika, dovoljno dugo održiva i da pri tome ne sadrži hemijske konzervanse.

3. KONZERVISANJE PRIMENOM BIOLOŠKIH METODA

Biološko konzervisanje hrane je najbezbedniji način konzervisanja. Ono podrazumeva favorizovanje aktivnosti određene grupe tzv. korisnih mikroorganizama čiji proizvodi imaju konzervišuće delovanje. S tog stanovišta, značajnu ulogu u prehrambenoj industriji imaju kiseline i (u manjoj meri) alkoholi.

U cilju izvođenja biološkog konzervisanja, hrani se dodaju takozvane **starter kulture**,⁷ odnosno mikroorganizmi, koji razlažu supstrat, najčešće šećer, pri čemu kao krajnji produkt nastaju kiseline, ali i druga jedinjenja (na primer, alkoholi, aldehidi, gasovi itd.). Ovaj proces naziva se **fermentacija ili vrenje**, a temelji se na kontrolisanoj primeni nekih mikroorganizama koji svojom aktivnošću stvaraju nepovoljne uslove za rast i razmnožavanje patogenih mikroorganizama i mikroorganizama kvara. Ta nepovoljnost ogleda se pre svega u smanjenju pH vrednosti sredine usled produkcije organskih kiselina (produkti fermentacije), ali i zbog produkcije specifičnih inhibitornih jedinjenja koji se nazivaju **bakteriocini**.⁸ U zavisnosti od toga koji produkti razlaganja se nakupljaju, fermentacija može biti: alkoholna (proizvod je etil-alkohol), mlečna (proizvod je mlečna kiselina), sirćetna (proizvod je sirćetna kiselina) itd.

Osim mikrobiološke stabilnosti proizvoda, fermentacijom se postiže i dodatni kvalitet hrane. To se ogleda u poboljšanju hranljive vrednosti namirnice i svarljivosti hrane, što je od nesumnjivog značaja za zdravlje potrošača. Istovremeno, konzervisanje biološkim putem koristi za dobijanje specifičnih poželjnih senzorskih osobina (kiseli kupus, kiseli krastavci, jogurt itd.).

Među mikroorganizmima koji su uključeni proces fermentacije širokog spektra prehrambenih proizvoda, zastupljeni su bakterije i kvasci.

Fermentacija se spontano odvija u prirodi, odnosno u svim onim sredinama koje karakteriše prisustvo šećera ili alkohola. Osim toga, na procesu fermentacije zasniva se industrijska proizvodnja različitih jedinjenja, kao što su: etil-alkohol, aceton, mlečna, limunska i druge kiseline. Fermentacija je osnova proizvodnje alkoholnih pića (vina, piva, rakije), nekih proizvoda od mleka (kiselo mleko, maslac, sirevi), u pripremi hleba i u proizvodnji turšije (kiseli kupus) i dr.

7 Starter kultura je mikrobiološki preparat koji sadrži veliki broj ćelija najmanje jedne vrste mikroorganizama i sa namerom se dodaje termički obrađenom supstratu kako bi dobili fermentisani proizvod i to ubrzavanjem i kontrolisanjem procesa fermentacije.

8 Bakteriocini su grupa antimikrobnih proteina i peptida koje stvaraju Bakterije mlečne kiseline. Deluju konzervišuće tako što izazivaju smrt bakterijske ćelije.

S obzirom na to šta se dobija kao rezultat (produkt) procesa fermentacije, za tehnologiju hrane posebno su značajne sledeće vrste fermentacija: mlečna čiji je produkt mlečna kiselina, alkoholna čiji je produkt etil-alkohol i sirćetna čiji je produkt sirćetna kiselina.

Mlečna fermentacija je pretvaranje šećera u mlečnu kiselinu pod dejstvom bakterija mlečne kiseline. Prema uslovima fermentacije i vrstama bakterija koje vrše tu fermentaciju, postoje homofermentativni i heterofermentativni tip fermentacije. Kada od šećera nastaje isključivo mlečna kiselina, govori se o homofermentativnom tipu fermentacije. Kada se u toku fermentacije oko 50% šećera pretvori u mlečnu kiselinu, a ostatak u druge proizvode fermentacije (na primer, sirćetna kiselina, acet-aldehid, ugljen-dioksid i dr.), govori se o heterofermentativnom tipu fermentacije. Mlečnu kiselinu, kao glavni proizvod fermentacije u anaerobnim uslovima, stvaraju bakterije mlečne kiseline. Proizvodnja kiselih mlečnih proizvoda (jogurta, kiselog mleka, kefira) i sireva zasniva se na mlečnokiselinskoj fermentaciji. Isto tako, bakterije mlečne kiseline imaju sposobnost da sintetišu i neke vitamine B grupe.

Kada je reč o senzorskim karakteristikama hrane, nije preporučljivo da količina mlečne kiseline u prehrambenim proizvodima bude veća od 1,5%.

Alkoholnu fermentaciju izazivaju kvasci. Kvasci su veoma rasprostranjeni u prirodi, a posebno u sredinama koje sadrže šećer. Razlike između različitih vrsta kvasaca ogledaju se u sposobnosti da fermentišu različite šećere u etil-alkohol, ali i po količini alkohola i sporednih proizvoda fermentacije koji pri tome nastaju iz šećera. Alkoholna fermentacija široko se primenjuje u proizvodnji etil-alkohola, jakih alkoholnih pića (rakija i likera), vina i piva. Prisutna je u procesu spravljanja hleba kada se, razvojem pekarskog kvasca, iz šećera izdvajaju alkohol i ugljen-dioksid. Zahvaljujući nakupljenom gasu, u testu se stvaraju mehuri i testo narasta. Pri proizvodnji mlečnih proizvoda tipa kefir i kumisa,⁹ pored mlečne fermentacije, dolazi i do alkoholne, za šta je zaslužan razvoj specifičnih kvasaca koji mogu da fermentišu laktozu. Manje količine alkohola i ugljen-dioksida u tim proizvodima utiču na stvaranje specifičnog mirisa i ukusa. Kefir takođe nastaje fermentacijom mleka uz simbiozu kvasaca i bakterija. Naime, dok bakterije mlečnokiselinskog vrenja zakisele kefir, kvasci proizvode alkohol od šećera, pa kefir ima drugačiji ukus od jogurta, gde su delovale samo bakterije mlečne kiseline. Kvas je popularno bezalkoholno piće koje se proizvodi na bazi alkoholne fermentacije u ječmu, raži ili pšenici.

9 Fermentisano mleko kobile.

Za **sirćetnu fermentaciju** zaslužna je specifična grupa bakterija veoma raširenih u prirodi. Naročito se često nalaze u slabim alkoholnim pićima, voćnim sokovima u vrenju, voćnim pulpama, turšijama, silaži i dr.

Propionska fermentacija odvija se u anaerobnim uslovima, zahvaljujući specifičnoj grupi bakterija koje mogu da transformišu šećere, glicerin i soli mlečne kiseline u propionsku kiselinu, sirćetnu kiselinu i ugljen-dioksid. Propionska fermentacija važna je u proizvodnji nekih vrsta tvrdih sireva, npr. ementalera. Formiranje specifičnih šupljina u siru i specifične prijatne arome sira pripisuje se bakterijama propionske kiseline.

Mariniranje je postupak konzervisanja celog ili sitnijeg iseckanog povrća, uz dodavanje sirćetne kiseline preko 1,5% (kada nije obavezna pasterizacija proizvoda) ili do 1,5% (kada se sprovodi i pasterizacija i dodaju se i začini i so). Pri tome se još dodaje kuhinjska so, začini i dr. Nekada se zbog ublažavanja kiselog ukusa dodaje i šećer. Takođe, marinira se i meso, kao i riba.

4. TEHNOLOGIJA PREPREKA („HURDLE“ TECHNOLOGY)

Tradicionalno konzervisana hrana, kao što su dimljene ribe, meso sisara, ili džemovi, predstavlja jedan od primera kombinacije faktora koji osiguravaju bezbednost i održivost hrane na traženi rok upotrebe. Pri dimljenju kombinuju se toplota, smanjenje aktivnosti vode i prisustvo antimikrobnih jedinjenja koja potiču iz dima. Neki dimljeni proizvodi se pre samog postupka dimljenja potapaju u slani rastvor (sole), a neki dimljeni proizvodi se mogu pakovati u vakuum ili modifikovanu atmosferu, što dodatno produžava rok trajanja, a što se postiže kombinacijom više konzervišućih faktora.

Iskustvo i rezultati istraživanja u oblasti tehnologije hrane pokazuju da najbolji način da se poveća održivost i bezbednost hrane i da ona zadrži i/ili poboljša nutritivna svojstva i senzorske osobine, predstavlja kombinacija dve ili više osnovnih metoda konzervisanja, na način koji omogućuje da se iskoriste prednosti i izbegnu nedostaci svake od njih.

Kako su potrošači sve zahtevniji, tj. žele da za ishranu koriste proizvode sa dužim rokom trajanja koji su pri tome zadržali svežinu, odnosno svoje izvorne karakteristike, prehrambena industrija je primorana da stalno traga za postupcima koji će omogućiti da se hrana proizvodi uz minimalnu obradu i da ima zahtevanu održivost.

Tehnologija prepreka upravo sledi taj koncept minimalne prerade hrane i održivosti visokog kvalitet na duži vremenski rok. Naime, kada je reč o postupcima konzervisanja hrane, sve više prevladava koncept koji se zasniva na delovanju takozvanih „prepreka“ (*hurdle effect*). Otuda i naziv za tu tehnologiju, „*hurdle*“ tehnologija. Ona se bazira na delovanju nekoliko faktora u njihovim nižim nivoima – u koncentracijama nižim od uobičajenih, koji tek udruženim delovanjem (sinergijskim efektom) ostvaruju željeni konzervišući efekat, veći od onog koji bi svaki od tih faktora mogao da postigne pri svojoj uobičajenoj koncentraciji ili intenzitetu. To znači da, u ovom slučaju, održivost hrane koja je u vezi sa delovanjem mikroorganizama, rezultat je udruženog konzervišućeg efekta nekoliko faktora (prepreka).

U prehrambenoj industriji ti faktori, odnosno prepreke najčešće su: pH vrednost hrane, a_w vrednost, konzervansi itd. Ovi antimikrobni faktori, ili prepreke narušavaju homeostazu¹⁰ mikroorganizama i svaki od njih predstavlja prepreku koju mikroorganizmi ne smeju da „preskoče“, jer bi, u suprotnom, došlo do kvarenja hrane, odnosno pojave nebezbednog proizvoda.

¹⁰ Homeostaza je ravnoteža, odnosno mehanizam kojim se organizam ili sistem vraća u stanje, koje je postojalo pre nego što je došlo do nekih promena u njegovom sastavu ili funkcionisanju.

Antimikrobni faktori sprečavaju umnožavanje mikroorganizma, zadržavaju ih u neaktivnom stanju ili dovode do njihovog izumiranja. Koncept "prepreka" ilustruje uvažavanje kompleksnosti odnosa između temperature, aktivnosti vode, pH vrednosti i drugih faktora značajnih za mikrobiološku stabilnost namirnica.

Za svaki bezbedan i stabilan proizvod postoji određen skup „prepreka“ koje se razlikuju po svom intenzitetu ili koncentraciji, a koje udruženim delovanjem mogu da drže pod kontrolom populaciju mikroorganizma. Na bazi poznavanja te kombinacije prepreka, odnosno načina njihovog sinergijskog delovanja, kao i poznavanja svojstva proizvoda, moguće je dizajniranje tehnoloških postupaka konzervisanja hrane kojima se osigurava njena bezbednost, visok kvalitet i dovoljno dug rok trajanja.

Tehnologija koja se zasniva na konceptu prepreka ima najmanji negativan uticaj na kvalitet proizvoda, jer se svaka pojedinačna prepreka primenjuje u režimu nižih koncentracija (intenziteta), čime se izbegavaju štetni uticaji svake od njih.

Kao primer tehnologije prepreka može se navesti proizvodnja fermentisanih kobasica. U ovom slučaju, so i konzervans natrijum-nitrit koriste se da inhibiraju patogene bakterije i bakterije kvara. Upravo to omogućava drugim bakterijama da se razmnožavaju i troše kiseonik, što dovodi do pada redoks potencijala hrane. Pad redoks potencijala u kobasicama inhibira aerobne mikroorganizme, a to omogućava mikroaerofilnim laktobacilima da se razmnožavaju. Ove bakterije kao produkt svoje aktivnosti stvaraju mlečnu kiselinu koja dovodi do zakišeljavanja (pada pH vrednosti) mesa, čime se stvara još jedna prepreku za mikroorganizme. Tokom daljeg zrenja kobasica, dolazi do smanjivanja aktivnosti vode. Zahvaljujući tome, finalni proizvod je dobio dodatnu zaštitu – nisku aktivnost vode kao nepovoljnu sredinu za aktivnost mikroorganizama. Uz manji doprinos drugih prepreka, kao što su dodati nitriti, određeni redoks potencijal i pH, ovaj proizvod je učinjen stabilnim na sobnoj temperaturi u dužem vremenskom periodu.

U *tabeli 12* navedene su metode konzervisanja hrane i antimikrobni faktori (prepreke) koji se najčešće koriste u prehrambenoj industriji.

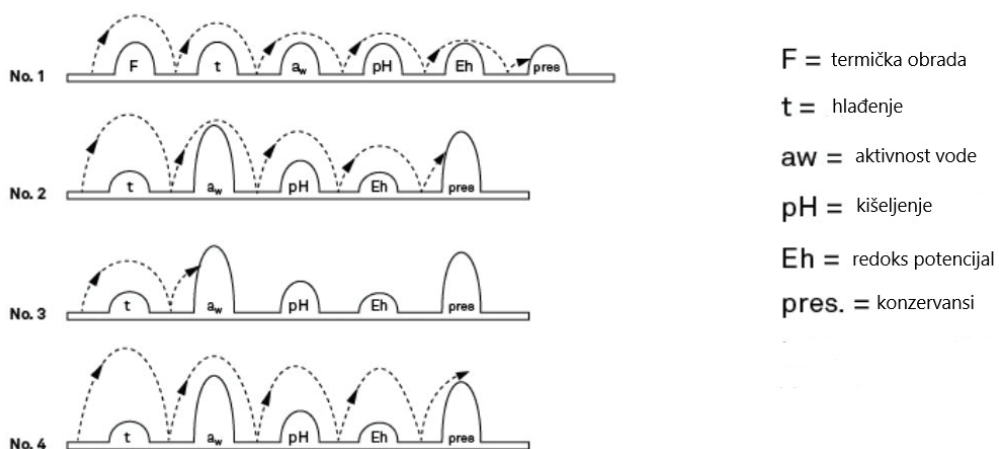
Tabela 12. Metode konzervisanja i antimikrobni parametri

Metoda konzervisanja	Antimikrobni parametar
Hlađenje	Temperatura i vreme
Zamrzavanje	Temperatura i a_w vrednost
Termička obrada	Temperatura (F vrednost)
Sušenje	a_w vrednost
Jonizujuće zračenje	kGy
Vakuumiranje	Redoks potencijal (Eh)
Dimljenje	Fenoli, aldehidi, kiseline, alkoholi
Soljenje	a_w vrednost
Salamurenje	nitriti, a_w vrednost
Pakovanja u atmosferi gasova	CO ₂
Fermentacija	pH, bakteriocini, etil alkohol
Kišeljenje	pH

Izvor: Preuzeto i adaptirano sa: <http://namirnice.vet.bg.ac.rs/>

Na *slici 15* prikazano je nekoliko različitih primera primene tehnologije prepreka, odnosno kombinacije različitih antimikrobnih faktora. Svaka ilustracija pokazuje, isprekidanom linijom, da li je primenjena prepreka dovoljna ili nije dovoljna da zaustavi aktivnost mikroorganizama. Tako, na primer, na ilustraciji 3, primena samo termičke obrade, nije dovoljna da efikasno kontroliše mikroorganizme, ali u kombinaciji sa određenom vrednosti aktivnosti vode, sasvim je efikasna za zaustavljanje mikrobiološke aktivnosti. Na *slici 15*, vidi se da prepreke nisu bile dovoljne da spreče aktivnost mikroorganizama.

Slika 15. Primeri primene tehnologije prepreka



Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Leistner (1992)

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Šta je konzervisanje hrane i šta se njome postiže?
- Šta su abiotički, a šta anabiotički principi konzervisanja hrane?
- Kojim metodama se primenjuju abiotički principi konzervisanja hrane?
- Podela metoda konzervisanja hrane.
- Koje su fizičke metode konzervisanja hrane?
- Koje su hemijske metode konzervisanja hrane?
- Koje su biološke metode konzervisanja hrane?
- Kojim metodama konzervisanja hrane dolazi do smanjenja aktivnosti vode u hrani?
- Šta su konzervansi?
- Šta je fermentacija?
- Šta su starter kulture?
- Šta je mariniranje
- Šta je tehnologija prepreka (*hurdle technology*)?

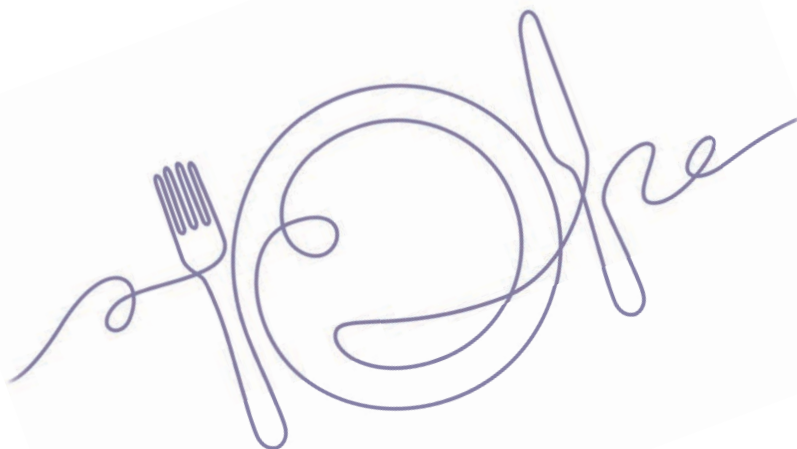
Drugi deo
5. POGLAVLJE

MESO I PROIZVODI OD MESA



MESO I PROIZVODI OD MESA

U ishrani velikog dela svetske populacije, naročito u razvijenim zemljama, meso tradicionalno zauzima centralnu poziciju. Ljudi imaju pozitivan stav prema upotrebi mesa u ishrani, jer znaju da je meso u ishrani neophodno zbog njegove nutritivne vrednosti (biološki vredni proteini) i zbog toga što izaziva posebno zadovoljstvo pri konzumiranju (zahvaljujući prisustvu masti). Kada je reč o negativnom stavu prema korišćenju mesa u ishrani, najčešći razlog za to je zabrinutost ljudi za zdravlje. Naime, određena oboljenja (arterijska hipertenzija, dijabetes, gojaznost, kancer) dovode se u vezu sa upotrebom mesa u ishrani. Rezervisanost prema konzumiranju mesa može dodatno biti podstaknuto strahom od zoonoza (bolesti koje se prenose sa životinja na čoveka), ili, pak, strahom od štetnog dejstva ostataka antibiotika i hormona koji se mogu naći u mesu životinja.



1. MESO

Hrana životinjskog porekla je za čoveka najvažniji izvor proteina. Nju pre svega čine: meso životinja za klanje, meso ribe, jaja i mleko.

U životinje za klanje ubrajaju se: domaći papkari (goveda, svinje, mali preživari, bivoli), kopitari (konji, magarci, mazge, mule), lagomorfi¹¹ (kunići, zečevi), živina (kokoške, ćurke, guske, patke, morke, golubovi), gajena divljač (uzgajani kopneni sisari, ptice, ratite,¹² i lagomorfi), lovna divljač (kopneni sisari, ptice i lagomorfi koji žive slobodno u prirodi i love se za ishranu ljudi).

Za ishranu ljudi koriste se donekle i vodozemci i gmizavci (žabe, zmije, kornjače i dr.) koji se najčešće služe kao specijaliteti. Mekušci, kojima pripadaju školjkaši (dagnje, ostrige), glavonošci (lignje, sipe, hobotnice) i puževi, zastupljeni su u ljudskoj ishrani u nešto većoj meri. Od zglavkara, najčešće se koriste rakovi (uglavnom jastog, hlap, škamp, rakovica, rečni rak).

1.1. POJAM MESA

Pod pojmom meso u najširem smislu podrazumevaju se jestivi delovi životinja za klanje. U jestive delove spadaju: skeletna muskulatura (mišićno tkivo) sa pripadajućim tkivima, jestivi unutrašnji organi i krv. Pod mesom u nešto užem smislu podrazumeva se mišićno tkivo s pripadajućim kostima, hrskavicama, grubim vezivnim tkivom i naslagama masnog tkiva. Ovaj pojam najčešće se koristi za meso u prometu, kada se ono nalazi u formi obrađenog trupa. Pod mesom u užem smislu podrazumeva se mišićno tkivo s pripadajućim vezivnim i masnim tkivom, uključujući i manju količinu epitelnog i nervnog tkiva, pri čemu je odstranjeno koštano, hrskavičavo i grubo vezivno tkivo, kao i veće naslage spoljašnjeg masnog tkiva. Ovaj pojam odnosi se na tzv. „krto“ meso.

U svakodnevnom govoru često se koriste termini crveno i belo meso. Crveno meso je meso sisara (govedina, teletina, jagnjetina, ovčetina i svinjetina). Termin belo meso upotrebljava se kada se govori o mesu živine. Sam termin crveno meso, zapravo i potiče od boje mesa, koje je kod navedenih životinja crvene boje. Inače, crvena boja potiče od pigmenta mioglobina koji se u većoj količini nalazi u njihovim mišićima, kao i od većeg broja krvnih sudova koji ukazuju na to da se u tim mišićima odvija intenzivniji metabolizam.

¹¹ Glodari sa 4 sekutića u gornjoj vilici.

¹² Noj i emu.

U svinjskom mesu ima manje mioglobina nego u govedini, a više nego u mesu živine. Zato se svinjetina svrstava u crveno meso iako nema izrazito crvenu boju. U Sjedinjenim Američkim Državama je postojala marketinška kampanja koja je imala za cilj da se svinjsko meso označava kao „drugo belo meso“. Ovim je trebalo da se pošalje poruka potrošačima da je svinjetina slična piletini i ćuretini (belo meso), i samim tim „zdravija“ od crvenog mesa. Sigurno da je iza ovakvog pokušaja reklamiranja svinjskog mesa postojala želja da se podstaknu i podrže neki novi trendovi u ishrani.

1.2. POTROŠNJA MESA

Zahvaljujući visokom životnom standardu, u razvijenim zemljama je veća potražnja za kvalitetnijim kategorijama mesa, tako da se, na primer, više konzumira juneće meso nego svinjsko. Takođe, veća potražnja postoji za kvalitetnijim partijama mesa, kao što su živinsko belo meso, dok je ostale partije (delove) trupa, kao što su bataci, relativno teško plasirati. Zbog toga se značajne količine mesa nižeg kvaliteta, a samim tim i niže cene, prelivaju ka siromašnijim zemljama. Za proizvodnju mesa u svetu karakteristično je da u razvijenim zemljama postoji suficit proizvodnje, a u nerazvijenim najčešće deficit. Zemlje sa visokom potrošnjom mesa po stanovniku uglavnom su i veliki proizvođači. U razvijenom delu sveta potrošnja mesa po stanovniku iznosi oko 80 kg. U nekim zemljama u razvoju potrošnja je ispod 10 kg po stanovniku, dok je u Evropskoj uniji 87 kg po stanovniku. U Srbiji koja je relativno siromašna zemlja, prosečna godišnja potrošnja mesa po stanovniku je između 36 i 56 kg.

1.3. GRAĐA MESA

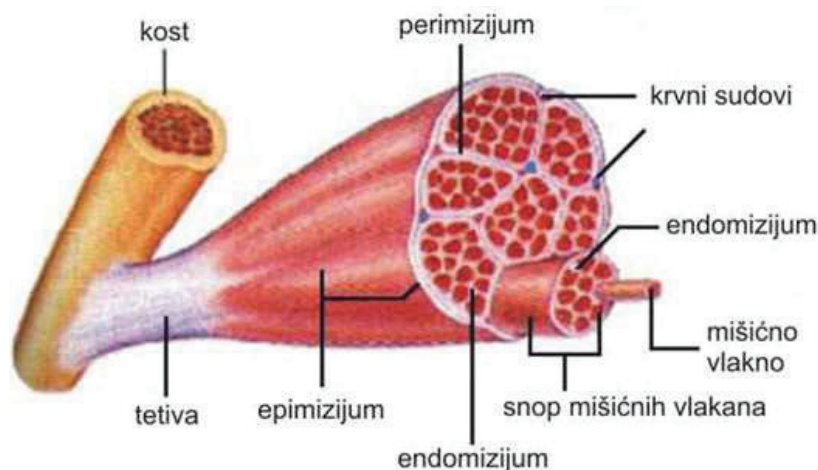
Meso definisano u užem smislu sastoji se iz mišićnog, vezivnog i masnog tkiva.

1.3.1. Mišićno tkivo

Postoje generalno dva tipa mišićnih vlakana: poprečno-prugasta mišićna i glatka mišićna vlakna. Poprečno prugasta mišićna vlakna nalaze se u snopovima i čine skeletne mišiće. Glatka mišićna vlakna, pružaju se u svim pravcima i uglavnom grade unutrašnje organe.

Skeletna muskulatura (skeletni mišići) čini značajni deo trupa životinja. Jedna od osnovnih funkcija skeletne muskulature je da omogući kretanje tela i održavanja tela u nekom položaju. Poprečno-prugaste mišiće izgrađuju dugačke i tanke ćelije koje se nazivaju mišićna vlakna (miofibrili). Vlakna su postavljena paralelno i okružena su omotačem od vezivnog tkiva koje se naziva *endomizijum*. Veći broj vlakana se udružuju i formiraju snop oko kojeg se nalazi omotač *perimizijum*. Više takvih snopova formiraju mišić oko kojeg postoji još jedan omotač, *epimizijum*, izgrađen od gustog vezivnog tkiva. Kroz omotače prolaze krvni sudovi i nervi koji se granaju i dospevaju do svakog pojedinačnog vlakna. Od debljine omotača zavisi sočnost mesa i njegova mekoća (što je omotač tanji, meso je mekše). Mišićna vlakna, udružena sa omotačima, krvnim sudovima i nervima, čine veće funkcionalne celine mišiće (*slika 16*).

Slika 16. Građa mišićnog tkiva



Izvor: Preuzeto sa: <https://www.tehnologijahrane.com/enciklopedija/meso-kao-sirovina-u-proizvodnji-kobasica>

1.3.2. Vezivno tkivo

Vezivno tkivo je sačinjeno od kolagena i elastina. Ta dva proteina imaju nisku biološku vrednost. Uz to, oni mogu činiti meso žilavim. Meso starijih životinja ima više vezivnog tkiva nego meso mlađe životinje i po pravilu je žilavije.

Kolagena najviše ima u omotačima mišića, hrskavicama, kostima, tetivama i ligamentima, rogovima, kopitama i koži. Kolagena vlakna nastaju kada se povežu molekuli tropokolagena, koji grade prvo mikrofibrile, zatim fibrile i, najзад, vlakna. Prema tome, količina kolagena nije najvažniji faktor žilavosti mesa, nego je to broj veza u kolagenu. Dakle, meso starijih životinja nije žilavo samo zbog toga što sadrži više vezivnog tkiva, nego i zbog većeg broja veza u samim vlaknima kolagena. Kolagena vlakna se kuvanjem rastvaraju (veze slabe) pri čemu nastaje želatin koji hlađenjem prelazi u gel, omekšava i lakše se vari. Međutim, kolagen starijih životinja nema tako izraženu mogućnost omekšavanja prilikom zagrevanja, upravo zbog velikog broja veza u kolagenom vlaknu.

Mišićno tkivo mladih životinja sastavljeno je od mekših vlakana pa se lakše vari nego mišićno tkivo starijih životinja. Svarljivost mesa zavisi ne samo od sastava već i od termičke obrade: kuvana mesa se lakše vare, a njihovi proteini se više iskorišćavaju. Prilikom suve termičke obrade kolagena vlakna postaju gruba i tvrda, dok tokom vlažne termičke obrade postaju želatinozna jer upijaju vlagu i omekšavaju.

1.3.3. Masno tkivo

Masno tkivo je sastavljeno od masnih ćelija (adipocita) koje su uglavnom ispunjene zasićenim masnim kiselinama. Te ćelije se grupišu u potkožnom tkivu, oko unutrašnjih organa, ili se nalaze u mišićima. Nakon termičke obrade mesa, masno tkivo je to što meso čini sočnim i što utiče na njegov ukus i mekoću. Masno tkivo se stvara na ivicama i površini mišića, kao i u samim mišićima (ovo se naziva mramoriranost mišića ili prošaranost masnim tkivom). Sastav masnog tkiva zavisi od vrste životinje (više zasićenih masnih kiselina ima u masnom tkivu preživara), zatim od načina ishrane, regije trupa i dr. Sadržaj masti povećava se sa starošću životinja. Kastirana i ženska grla imaju više masti nego muška i nekastirana.

Načinom ishrane svinja i živine može se uticati na sadržaj nezasićenih masnih kiselina u njihovom masnom tkivu. S obzirom na količinu masnog tkiva, posnijim mesom se smatra konjsko meso, juneće meso, živinsko belo meso i meso divljači.

1.4. HEMIJSKI SASTAV MESA

U zavisnosti od vrste životinja, rase, pola, stepena uhranjenosti i niza drugih faktora, meso može da sadrži različite količine mišićnog, vezivnog i masnog tkiva, što neposredno utiče i na hemijski sastav mesa.

Meso sadrži proteine, masti, vodu, vitamine i minerale i neznatnu količinu ugljenih hidrata.

1.4.1. Proteini

Prosečan sadržaj proteina u mesu je oko 20% i obrnuto je srazmeran količini masti. U poređenju sa proteinima mišićnog tkiva, proteini vezivnog tkiva, sadrže upola manje esencijalnih aminokiselina, a to znači i upola manju nutritivnu vrednost. Proteini vezivnog tkiva čine 1/6 proteina mesa. Inače, udeo kolagena u proteinima mesa značajan je pokazatelj kvaliteta mesa.

Nutritivna vrednost mesa određuje se prisustvom esencijalnih aminokiselina koje organizam ne može sintetisati. Proteini mesa koji donose sve esencijalne aminokiseline nazivaju se visoko kvalitetni proteini ili kompletni proteini.

Takvi su svi proteini animalnog porekla, što ih čini nezaobilaznim delom naše ishrane. Esencijalna aminokiselina koja se u nekom proteinu nalazi u najmanjoj koncentraciji, naziva se limitirajuća aminokiselina. Proteini nižeg kvaliteta ili nekompletni proteini sadrže barem jednu **limitirajuću aminokiselinu** (žita; mahunarke). Od osam esencijalnih aminokiselina, fiziološki su najznačajnije triptofan, lizin i metionin + cistein, čiji odnos u obroku hrane treba da bude 1:3:3. Proteini pasulja, soje, suncokretove sačme, kinoe (žita) i jezgrastog voća, imaju veoma dobar aminokiselinski sastav, pa se **smatraju analozima mesa**.

Mioglobin je protein koji u svom sastavu ima gvožđe i učestvuje u prenosu kiseonika od mišićnih arterija do tkiva. Kada je vezan za kiseonik, mioglobin je oksidovan i tada se naziva oksimioglobin. Oksimioglobin je crvene boje, za razliku od metmioglobina koji je braon boje i nastaje stajanjem mesa u odsustvu kiseonika.

Najviše gvožđa putem ishrane hranom animalnog porekla može se uneti konzumiranjem konjskog mesa, jer ono ima najveću količinu mioglobina. Mlade životinje imaju mišiće sa manje mioglobina i zbog toga je njihovo meso svetlije boje.

1.4.2. Voda

Voda utiče na sočnost mesa. Voda može biti slobodna i vezana. Prosečan sadržaj vode u mesu je 75% i oko tri puta je veći od sadržaja proteina. Sadržaj vode je obrnuto proporcionalan količini masti. Kao i u ljudskom organizmu, voda se gubi sa starenjem. Zbog toga mlade životinje imaju mekše i sočnije meso. U osnovi, može se reći da je količina vode veća u nemasnom mesu i mesu mladih životinja. Kako životinja stari i dobija na masi usled povećanja masnog tkiva, tako se količina vode u njenom mesu smanjuje.

1.4.3. Masti

Masno tkivo zaklanih životinja sadri od 50-95% masti, 3-35% vode, 2-15% proteina i 0,1-0,6% mineralnih materija. Sadržaj masti varira u zavisnosti od brojnih činilaca. Masne kiseline u sastavu masnog tkiva mogu biti zasićene ili nezasićene.

Za masti preživara karakteristično je da se uglavnom sastoje od zasićenih masnih kiselina, jer se tokom varenja u rumenu,¹³ najveći deo nezasićenih masnih kiselina unetih hranom hidrogenizuju u zasićene masne kiseline. Meso nepreživara, na primer svinjetina, sadrži više nezasićenih masnih kiselina nego govedina. Međutim, zastupljenost nezasićenih masnih kiselina u mesu varira i u najvećoj meri zavisi od ishrane životinja. Zato se, u cilju proizvodnje mesa sa većom količinom polinezasićenih masnih kiselina, čemu se poslednjih godina posvećuje sve veća pažnja, stočna hrana obogaćuje dodavanjem tih kiselina.

1.4.4. Ugljeni hidrati

Ugljeni hidrati se nalaze u mesu u niskom procentu (od 0,5 do 1,5%). Najveći deo njih čini polisaharid glikogen koji se nalazi u mišićnim ćelijama i osnovna funkcija mu je da služi kao izvor energije. Nakon klanja životinje, iz glikogena nastaje mlečna kiselina koja dovodi do pada pH vrednosti mesa, što je značajno za njegovu održivost i dalju preradu. Crveni mišići sadrže više glikogena nego beli. To znači da njega (glikogena) više ima u mesu konja, goveda i ovaca, nego u meso svinja i živine.

1.4.5. Mineralne materije

Mineralne materije se u mesu nalaze u količini od 0,8 do 1,2%. Najviše mineralnih materija sadrži meso divljači i konja, zatim meso goveda, a nešto manje meso svinje i živine.

Meso predstavlja važan izvor gvožđa jer se ono (gvožđe) u mesu nalazi u hemijskom obliku u kojem je četiri do pet puta iskoristljivije od gvožđa iz hrane biljnog porekla. Meso je, takođe, značajan izvor bakra, cinka, hroma, mangana i selena. Najviše minerala nalazi se u unutrašnjim organima, naročito jetri. U poređenju sa drugim namirnicama, meso je slab izvor kalcijuma. Masniji komadi mesa sadrže manje mineralnih materija.

¹³ Rumen ili burag - deo želudca preživara

1.4.6. Vitamini

U mišićnom tkivu prvenstveno se nalaze vitamini rastvorljivi u vodi (hidrosolubilni vitamini) i to: vitamini B kompleksa (B1 u svinjskom mesu, B12 u goveđem). U masnom tkivu i unutrašnjim organima nalaze se vitamini rastvorljivi u mastima (A, D, E i K). Vitamin C nalazi u veoma malim količinama u mesu, a i te male količine se gube usled termičke obrade.

1.4.7. Pigmenti mesa

Pigment koji je odgovoran za boju mesa je mioglobin. Mioglobin čini 80 do 90% ukupnog pigmenta mesa. Više je prisutan u mišićima koji su aktivni. To objašnjava zašto je, na primer, batak živine tamniji od belog mesa. Mioglobin je protein, pa se, kao i svaki drugi protein, prilikom termičke obrade razlaže. Upravo je to razlog što nakon termičke obrade meso postaje blede. Jednostavno, pigment mioglobin koji je sirovom mesu davao crvenkastu boju denaturisan je i više nema prethodno dejstvo.

Oksimioglobin je poželjan pigment mesa, jer utiče na formiranje poželjne boje. Nasuprot njemu, pigment metmioglobin nije poželjan. Njegovo prisustvo koje se zapaža po smeđoj boji mesa ukazuje na to da meso nije sveže; da stoji duže u uslovima u kojima nije prisutan kiseonik i da postoji mogućnost da sadrži značajan broj bakterija.

Salamurenje ima značaju ulogu u formiranju boje salamurenih proizvoda od mesa. Nitriti u kiseloj sredini prelaze u azotastu kiselinu koja se dalje redukuje u azotmonoksid. Azotmonoksid sa mioglobinom gradi crvenoružičasti nitrozomioglobin koji posle termičke obrade zadržava crvenu boju (nitrozomiohromogen). Ukoliko meso ne bi bilo salamureno, nastao bi pigment metmioglobin koji daje smeđu boju mesu.

1.5. PROMENE U MESU NAKON KLANJA

Za kvalitet mesa veoma su značajne promene koje se događaju u mišićima životinja nakon klanja. Za proizvodnju mesa koriste se zdrave i odmorne životinje sa relativno praznim organima za varenje, kako mikroorganizmi iz prepunog digestivnog trakta ne bi dospeli u jetru, krv, pa i mišićno tkivo i na taj način ga kontaminirali. Takođe, životinje ne smeju biti izložene stresu, jer stres dovodi do toga da se troše rezerve glikogena koji je neophodan u procesima **zrenja mesa**. Pre klanja neophodno je da životinja bude omamljena (kako bi dobro „iskrvarila“). U suprotnom, zaostala krv bi bila dobra podloga za razmnožavanje mikroorganizama u mesu.

Hlađenje mesa počinje oko dva sata nakon smrti. Optimalna temperatura hlađenja je oko 0 - 4 °C, pri relativnoj vlažnosti vazduha od 90%. Tu temperaturu potrebno je postići u roku od 24 sata nakon klanja. U mesu se tokom skladištenja odigrava niz biohemijskih promena i sve se one nazivaju zrenje mesa. Proces zrenja mesa je bitan zbog toga što od tih promena zavisi formiranje specijalne boje, arome i strukture mesa. Osim toga, promene tokom zrenja važne su i za proces dalje prerade mesa. Zrenje mesa se odvija u dve faze, to su:

- **glikolitička faza i**
- **proteolitička faza.**

Klanjem životinja, zaustavlja se krvotok i prestaje dotok kiseonika i hranljivih materija do ćelija i tkiva. Usled nedostatka kiseonika prestaje da funkcioniše osnovni metabolički put za dobijanje energije u mišićima. Jedinu izvor energije, u tom slučaju, je razgradnja rezervi glikogena. Glikoliza (razgradnja glikogena) se odvija u anaerobnim uslovima i kao proizvod te razgradnje nastaje mlečna kiselina koja, u vremenu 24 do 48 sati, snižava pH vrednost mesa sa 7,0 na 5,4. Ove promene karakterišu glikolitičku fazu u zrenju mesa. Koja će se pH vrednost mesa dostići u ovoj fazi zavisi od količine glikogena i stanja životinje pre klanja (stres). Snižavanje pH mesa dovodi do oštećenja ćelijskih membrana i procesa koji su uzrok pojave mrtvačke ukočenosti, kada meso nije ni za kakvu upotrebu. To znači da ga u takvom stanju ne treba ni zamrzavati, niti salamuriti, a najmanje je pogodno da se u tom periodu izlaže termičkoj obradi (kuvanje, pečenje, prženje).

Ukočenost mišića prestaje posle 18 do 30 časova i nastavlja se proces zrenja mesa koji se odvija pod uticajem endogenih (unutrašnjih) enzima. Sa snižavanjem pH mesa i oštećenjem ćelijskih membrana, dolazi i do oštećenja membrana lizozoma iz kojih se oslobađaju više vrsta enzima (hidrolitički, glikolitički i proteolitički).

Promene na proteinima mesa koje nastaju pod uticajem ovih enzima (pre svega proteolitičkih) čine suštinu proteolitičke faze zrenju mesa. U ovoj fazi nastaju bazna jedinjenja, tako da se povećava pH vrednost mesa (do oko 6,0). Meso se tada razmekšava, postaje sočnije i dobija specifičnu aromu. U toku zrenja, meso se čuva pri temperaturi od 0 do 2 °C. Pri takvim temperaturama, enzimski procesi se odvijaju sporo, tako da proces zrenja mesa traje od 7 do 14 dana.

1.6. OSOBINE MESA

Promene pH vrednosti u toku zrenja mesa utiču na biohemijske procese transformacije mišića u meso. Rezultat tih procesa su i određene senzorske osobine mesa koje su jedna od bitnih odrednica njegovog kvaliteta.

1.6.1. Boja mesa

Boja mesa u najvećoj meri zavisi od hemijskog oblika mioglobina. Sadržaj mioglobina zavisi od vrste životinje, rase, starosti, grupe mišića. Najviše ga ima u mesu konja, a najmanje u mesu kunića. Kao što je ranije pomenuto, količina mioglobina zavisi i od aktivnosti mišića. Meso divljih životinja, kao i meso radnih životinja je tamnije boje, jer se one više kreću. Kada je za mioglobin vezan kiseonik, nastaje oksimioglobin koji je svetloružičaste boje, a kada se otpusti kiseonik, nastaje redukovani mioglobin koji je purpurno crvene boje. Kada se meso raseca, mioglobin koji se nalazi na njegovoj površini vezuje kiseonik iz vazduha i nastaje oksimioglobin. Zato je površina mesa uvek svetlija, a dubina tamnija. Jednostavno, u dubini mesa nema kiseonika, pa je mioglobin redukovani. Mogućnost vezivanja azot monoksida za mioglobin iskorišćena je u postupku konzervisanja mesa salamurenjem. Pri tom postupku, azot monoksid koji potiče od dodatih nitrata gradi sa mioglobinom stabilni pigment nitrozomioglobin koji je ružičastocrvene boje. Zahvaljujući tome, salamurenje, osim što ima konzervišući efekat, utiče i na boju mesa.

1.6.2. Sposobnost vezivanja vode

Sposobnost vezivanja vode predstavlja sposobnost mesa da pod dejstvom neke sile (sušenje, zagrevanje, pritisak) zadrži sopstvenu ili dodatnu vodu. Voda koja se pri tome otpušta je slobodna voda, a voda koja ostaje u mesu označava se kao vezana voda.

Na sposobnost vezivanja vode najviše utiče pH mesa – što je pH niži, meso više otpušta vodu i obrnuto. Meso sa nižim pH (meso koje lakše otpušta vodu) koristi se za proizvode koji se konzerviraju sušenjem. Meso sa višim pH (meso koje lakše vezuje vodu) koristi se za proizvodnju barenih proizvoda u čiji se nadev prilikom pripreme dodaje određena količina vode.

1.6.3. Tekstura mesa

Tekstura označava svojstvo koje se opaža čulom vida, sluha i dodira, odnosno predstavlja celokupan osećaj strukture mesa, građe, mekoće i osećaja pri žvakanju. Tekstura mesa determinisana je građom mišićnog tkiva i količinom vezivnog i masnog tkiva u mesu. Ako su mišićna vlakna većeg prečnika i sa više vezivnog tkiva, meso ima grublju strukturu i obratno. Sva ta svojstva kojima je predodređena tekstura mesa direktno zavise od vrste, rase, starosti, pola i uhranjenosti životinje.

1.6.4. Miris i ukus (aroma) mesa

Aroma mesa potiče od karakterističnih jedinjenja koja su specifična za svaku vrstu mesa i naročito dolaze do izražaja u toku termičke obrade. Može se reći da su za ukus mesa bitna rastvorljiva jedinjenja, a za miris mesa isparljiva jedinjenja. Miris mesa zavisi od vrste životinja, pola, starosti, ishrane itd.

1.6.5. Sočnost mesa

Sočnost mesa, kao osećaj u ustima tokom konzumiranja, predstavlja jednu od veoma važnih senzorskih osobina mesa od koje zavisi ukupna prihvatljivost mesa. Ona (sočnost) direktno zavisi od količine vode koju meso u sebi sadrži. U stvari, sočnost predstavlja sposobnost mesa da zadrži sopstvenu i/ili veže dodatu vodu.

1.6.6. Mramoriranost mesa

Masti imaju veoma važnu ulogu u kvalitetu mesa, a njihovo prisustvo u ćelijama i mišićnim vlaknima daje izgled mramoriranosti. Dakle, mramoriranost je intramuskularna mast koja je deponovana između mišićnih snopića i ima uticaj na sočnost i ukus mesa.

1.7. PROMENE MESA PRILIKOM TERMIČKE OBRADE

Prilikom termičke obrade mesa dolazi do oslobađanja vode i topljenja masti, usled čega se prvobitna količina mesa smanjuje – meso gubi na masi (kalira). Usled termičke obrade dolazi i do promena na mišićnim vlaknima i vezivnom tkivu. Mišićna vlakna se učvršćuju, dok vezivno tkivo omekšava.

Pravilo je da meso koje ima manje vezivnog tkiva treba termički obrađivati pri visokim temperaturama, kratko vreme i to suvoj u sredini. Na taj način se smanjuje koagulacija proteina i sprečava se gubitak vode. Pri dužem trajanju termičke obrade, takvo meso obično postaje suvo i tvrdo, jer su se proteini koagulisali, miofibrili učvrstili, a došlo je i do značajnog gubitka vode.

Prilikom termičke obrade, dolazi i do promene na kolagenu, odnosno do raskidanja veza u samom molekulu kolagena. Već pri temperaturi od 50 do 70 °C, vezivno tkivo počinje da se smanjuje. Kolagen se pretvara u želatin i meso postaje mekše. Po pravilu, meso starijih životinja ima više vezivnog tkiva (kolagena), nego meso mlađih životinja. Zbog toga je žilavije i važno je da se termički duže obrađuje, ali u uslovima vlažne sredine, kako bi se postigla zadovoljavajuća mekoća.

Svi termički postupci mogu se uglavnom svrstati u tri grupe:

- termički postupci u suvoj sredini;
- termički postupci u vlažnoj sredini i
- kombinovani termički postupci.

U zavisnosti od prenosioca toplote, termička obrada u vlažnoj sredini obuhvata:

- kuvanje u vodi;
- kuvanje u pari;
- kuvanje u vodi i vodenoj pari i
- prženje u plitkoj i dubokoj masnoći.

Termička obrada u suvoj sredini podrazumeva pečenje u pećnicama, pečenje na žar ploči (roštilju) i ražnju.

Termički postupci u suvoj sredini primenjuju se pri obradi mesa mladih životinja, odnosno delova trupa sa manjim sadržajem vezivnog tkiva, zatim ribe, nekih vrsta povrća i voća, pekarskih i poslastičarskih proizvoda i dr. Delovi mesa koji su najpogodniji za suhu termičku obradu su: but, plečka, vrat i kotleti.

1.8. OSTALI JESTIVI DELOVI ŽIVOTINJA ZA KLANJE

Pored mesa u užem smislu, u jestive delove životinja za klanje koji su prepoznati zakonskim aktima ubrajaju se i:

- masno tkivo - slanina (potkožno masno tkivo svinje), loj, svinjsko salo, naslage masnog tkiva u trbušnoj šupljini ostalih životinja i oporci (masno tkivo creva), koji nisu u prirodnoj vezi s trupom;
- unutrašnji organi ili iznutrice - mozak, jezik, srce, pluća, jetra, slezina, bubrezi, beli bubrezi (testisi), krv, delovi želuca i debelog creva, tanka creva odojčadi i jagnjadi i
- glave odvojene od trupa (s kožom ili bez kože, s mozgom, jezikom i ušima), donji delovi prednjih i zadnjih nogu bez čekinja, papaka ili kopita i dr.

1.9. KVALITET MESA DOMAĆIH PAPKARA I KOPITARA

Kvalitet trupova zaklanih životinja je predmet interesovanja, kako proizvođača mesa, tako i industrije mesa. Za procenu kvaliteta i klasiranje mesa u trupovima u obzir se uzimaju sledeći parametri: kategorija životinje, klanična masa trupa, prekrivenost trupa masnim tkivom i dr.

Pod trupovima se podrazumeva trup sa koga su prilikom obrade odstranjena glava, koža, donji delovi nogu (odvojeni u tarzalnom i karpalnom zglobu), rep i svi unutrašnji organi grudne, trbušne i karlične duplje, izuzev bubrega i bubrežnog masnog tkiva).

Životinje se na osnovu starosti, pola i fiziološkog statusa razvrstavaju na kategorije, a prema kvalitetu, odnosno udelu/količini mesa u trupu na klase. Pored procene vrednosti trupa i klasiranja mesa u trupovima, veoma važan deo kvaliteta je i rasecanje mesa u osnovne delove, kao i kategorizacija mesa za maloprodaju.

1.9.1. Kvalitet mesa goveda

1.9.1.1. Klasiranje trupova goveda

Trupovi goveda se prema uzrastu kategorišu i stavljaju u promet u tri kategorije. To su:

- **teleće meso** (teletina) (oba pola, starosti od 3 nedelje do 6 meseci, mase do 125 kg);
- **juneće meso** (junetina) starosti nekastriranih muških grla od 6 do 18 meseci i meso junica i kastriranih muških grla;
- **goveđe meso** (govedina) nekastriranih muških grla (bikova) starijih od 18 meseci, ženska i kastrirana muška grla (volovi) preko 30 meseci.

Unutar svake ove kategorije vrši se klasiranje na osnovu mase trupa, konformacije trupa, prekrivenosti i mramoriranosti mesa masnim tkivom i konzistencije mišićnog i masnog tkiva.

1.9.1.2. Rasecanje trupa goveda u osnovne delove

Trupovi se rasecaju u osnovne delove koji služe kao osnova za kategorizaciju mesa. Pod osnovnim delovima trupa, polutki i četvrti podrazumevaju se: but, slabine, biftek, potrbušina, leđa, plečka, podlaktica, vrat, grudi, rebra i kolenica.

1.9.1.3. Kategorizacija mesa goveda

Osnovni delovi se razvrstavaju u nekoliko kategorija na osnovu kvaliteta i biološke vrednosti mesa, što zavisi od sadržaja proteina mišićnog tkiva. Što više proteina poreklom iz mišića, a manje proteina vezivnog tkiva i masnog tkiva, to je meso vrednije, i obrnuto. Što je veći udeo vezivnog tkiva i masnog tkiva u mesu, kvalitet mesa i biološka vrednost je manja, što mu i smanjuje tržišnu vrednost. Goveđe i juneće meso razvrstavaju se u sledeće kategorije:

- **I kategorija:** but;
- **II kategorija:** slabine, leđa i plečka;
- **III kategorija:** vrat, potplečka, rebra, grudi, trbušina, podlaktica i kolenica i
- **van kategorije:** file (biftek).

Kategorije telećeg mesa su:

- **I kategorija:** but i slabina;
- **II kategorija:** leđa i plečka i
- **III kategorija:** vrat, potplečka, rebra, grudi, trbušina, podlaktica i kolenica.

Kod teladi se biftek ne izdvaja već ostaje zajedno sa slabinom.

1.9.2. Kvalitet mesa svinja

1.9.2.1. Klasiranje trupova svinja

Svinje se uglavnom kolju mlade i koriste za dobijanje mesa i masti. Trupovi svinja se prema uzrastu kategorišu i stavljaju u promet u tri kategorije. To su:

- prasad
- lake (mlade) svinje;
- teške tovne svinje;
- krmače;
- mladi nerasti;
- stariji nerasti.

Unutar svake ove kategorije vrši se klasiranje na osnovu mase trupa, konformacije trupa i mesnatosti.

1.9.2.2. Rasecanje trupa svinja u osnovne delove

Trupovi se rasecaju u osnovne delove koji služe kao osnova za kategorizaciju mesa. Pod osnovnim delovima trupa podrazumevaju se: but, slabine, leđa, plečka, vrat, grudi rebra, trbušina, kolenica i podlaktica.

1.9.2.3. Kategorizacija mesa svinja

Na osnovu kvaliteta i biološke vrednosti mesa koja zavisi od sadržaja proteina mišićnog tkiva, svinjsko meso se razvrstava u sledeće kategorije:

- I kategorija: but i slabina;
- II kategorija: leđa i plečka i vrat;
- III kategorija: rebra, grudi, trbušina, kolenica i potkolenica i
- ekstra kategorija: file (biftek).

Ako se iz slabine izdvoji file, slabina se stavlja u promet kao meso II kategorije.

1.9.3. Kvalitet mesa ovaca i koza

1.9.3.1. Klasiranje trupova ovaca i koza

Prema starosnoj kategoriji, trupovi ovaca stavljaju se u promet kao:

- **mlada jagnjad** (do tri meseca);
- **jagnjad** (3 do 9 meseci) i
- **ovce** (starije od 9 meseci).

Prema starosnoj kategoriji, trupovi koza stavljaju se u promet kao:

- **jarići** (starosti od tri nedelje do šest meseci) i
- **kozije meso** (preko šest meseci).

Rasecanje u osnovne delove identično je kao i kod teladi, samo što se but ne odvaja od kolenice.

1.9.3.2. Kategorizacija mesa ovaca i koza

- **I kategorija:** but sa kolenicom i slabina;
- **II kategorija:** leđa i plećka, vrat i potplećka;
- **III kategorija:** rebra, grudi, trbušina, podlaktica.

1.9.4. Kvalitet mesa kopitara

Prema starosnoj kategoriji, trupovi kopitara stavljaju se u promet kao:

- **meso ždrebadi** (starosti od 6 nedelja do 1 godine) i
- **konjsko meso, meso magarca, meso mazgi i meso mula.**

Kategorizacija mesa kopitara prema kvalitetu, identična je kategorizaciji telećeg, odnosno goveđeg mesa.

1.10. KVALITET MESA ŽIVINE

Pod pernatom živinom podrazumevaju se pitome vrste: kokoške, ćurke, guske, plovke, morke i pitomi golubovi.

Prema proizvodnim karakteristikama, kokoške se dele na rase za proizvodnju jaja, rase za proizvodnju mesa i rase kombinovanih proizvodnih karakteristika.

Prema uzrastu, kokoške se razvrstavaju na:

- **piliće** (do 120 dana);
- **mlade kokoške** (od 6 do 20 meseci) i
- **kokoške** (preko 20 meseci).

Ćurke se na osnovu starosti razvrstavaju na:

- **tovljene ćurke** (do 4 mesece starosti);
- **mlade ćurke** (do 8 meseci) i
- **ćurke** (preko osam meseci).

Osnovni delovi trupa živine razvrstavaju se u tri kategorije:

- **I kategorija:** batak sa karabatakom, grudi, karabatak i plečka ćuraka;
- **II kategorija:** krila i batak ćuraka i
- **III kategorija:** krilca i leđa sa karlicom.

Meso živine karakterišu velike količine visoko vrednih belančevina. Meso živine ima, uglavnom, isti sastav kao i meso sisara, s tom razlikom što meso živine sadrži manje vezivnog tkiva, usled čega je mekše. Boja mesa zavisi od vrste živine.

Kokoška, ćurka i morka imaju svetlije meso, a patka, guska i golub tamnije. Na osnovu ove razlike u boji, govorimo o dve kategorije živinskog mesa: svetlijem i tamnijem. Tamnije meso ima više masti, a svetlije više belančevina. Takođe, tamnije meso ima više mioglobina i više gvožđa.

Masno tkivo živine sadrži više nezasićenih masnih kiselina, pa samim tim ima i nižu tačku topljenja (od 23 do 40 °C).

Najveći procenat masti u mesu živine nalazi se u koži. To je razlog što se, u cilju smanjenja energetske vrednosti obruka, preporučuje priprema mesa živine bez kože.

1.11. KVALITET MESA DIVLJAČI

Naše stanovništvo nema naviku da konzumira meso divljači. To meso uglavnom je sastavni deo menija specijalizovanih restorana, ili je deo trpeze porodice lovaca. Pojedine kategorije ljudi koriste ga u zdravstvene svrhe (u sklopu određenih dijeta).

Divljač se deli na dlakavu i pernatu.

U *dlakavu divljač* spadaju: evropski jelen, jelen lopatar, srna, divokoza, muflon, divlja svinja, medved, zec, divlji kunić, jazavac itd.

U *pernatu divljač* spadaju: fazan, prepelica, poljska jarebica, jarebica kame-njarka, divlja guska, divlja patka gluvara, divlja patka kržlja, veliki i mali tetreb, golub grivač, golub dupljaš itd.

Meso divljači je visokokvalitetna namirnica. Po sastavu proteina biološki je vrednije od mesa stoke. Sadrži manje masti (mast je deponovana ispod kože i oko unutrašnjih organa, a ne intramuskularno, kakav je slučaj kod mesa stoke za klanje). Meso divljači sadrži više vitamina A i vitamina B grupe; bogat je izvor gvožđa, fosfora i kalcijuma. Ipak hemijski sastav mesa divljači može u velikoj meri da varira u zavisnosti od vrste divljači, uhranjenosti, sezone odstrela, staništa i mnogobrojnih drugih faktora.

Meso divljači ima čvršću konzistenciju zbog nežnijih i kraćih mišićnih vlakana, a ima i više vezivnog tkiva. Ukusnije je i aromatičnije zbog toga što se divlje životinje čitavog života hrane biljnom hranom, semenkama i biljnim plodovima (ishrana im je raznovrsnija).

Meso divljači je uvek tamnije od mesa domaćih životinja jer sadrži veći procenat mioglobina, što je direktna posledica aktivnijeg načina života. Sastav mesa divljači i analognih domaćih životinja prikazan je u *tabeli 13*.

Tabela 13. Komparativni prikaz hemijskog sastava svežeg mesa divljači i analognih domaćih životinja

Vrsta životinje	Voda (%)	Proteini (%)	Mast (%)
Srna (but)	75,76	19,77	1,92
Ovca (but)	64,00	18,00	18,00
Divlja svinja (but)	74,50	21,57	2,36
Domaća svinja (but)	53,00	15,20	31,00
Fazan (batak)	75,25	20,99	2,81
Jarebica (batak)	71,96	25,26	1,43
Divlja patka (batak)	70,82	22,65	3,11
Pile (batak)	72,50	21,75	5,06

Izvor: *Teodorović i sar. (2015)*

1.12. KVARENJE MESA

Imajući u vidu hemijski sastav mesa, razumljivo je da je ono odlična podloga za razvoj mikroorganizama čija je aktivnost najčešći razlog kvarenja hrane uopšte, pa i mesa.

Osobine mesa koja ga čine lako kvarljivom namirnicom pre svega su: visok procenat proteina koji su odličan supstrat za rast i razmnožavanje mikroorganizama; zatim, visok nivo aktivnosti vode (a_w 0,99) koja pogoduje razvoju mikroorganizama, kao i pH vrednost mesa koja, takođe, odgovara većini mikroorganizama. Pojava kvarenja mesa manifestuje se promenom senzorskih karakteristika od kojih je najprepoznatljivija pojava veoma neprijatnog mirisa.

Za sprečavanje kvarenja mesa, bitno je pre svega poštovanje svih načela dobre higijenske prakse koja treba da spreči kontaminaciju mesa mikroorganizama. Za eliminaciju mikroorganizama eventualno prisutnih u mesu, koriste se različite metode konzervisanja hrane.

Sveže meso čuvano pri temperaturi hlađenja ima održivost do nekoliko dana. To je razumljivo s obzirom na njegove karakteristike, kao i činjenicu da samo hlađenje nije dovoljna prepreka za razvoj mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje ove namirnice. Zato se u savremenoj proizvodnji mesa, meso najčešće konzervise zamrzavanjem, čime se postiže da ono bude znatno duže održivo.

2. KVALITET USITNJENOG MESA

Prema važećem Pravilniku o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa ("Sl. glasnik RS", br. 50/2019), pod usitnjenim mesom podrazumeva se meso koje se dobija mlevenjem ohlađenog mesa poreklom od domaćih papkara i kopitara, koje pripada prvoj ili drugoj kategoriji, kao i od ohlađenog mesa živine prve kategorije. Usitnjeno meso koristi se za ishranu nakon termičke obrade.

Usitnjeno meso stavlja se u promet i kao usitnjeno mešano meso, odnosno meso od više vrsta životinja (najčešće goveđe i svinjsko). Najčešće se stavlja u promet kao upakovana hrana, ali se može dobiti i mlevenjem mesa u prisustvu potrošača.

U skladu sa karakteristikama svežeg mesa (u ovom slučaju samlevenog), usitnjeno meso čuva se pri temperaturi od 0 °C do 2 °C, a usitnjeno upakovano zamrznuto meso pri temperaturi od najmanje -18 °C. Usitnjeno meso ne sme da se proizvodi od prethodno odmrznutog mesa, niti je dozvoljeno da se, ukoliko je jednom odmrznuto, ponovo zamrzava.

3. KVALITET POLUPROIZVODA OD MESA

Poluproizvodi od mesa dobijaju se od svežeg mesa, kao i od mesa koje je usitnjeno i kome se mogu dodati začini i/ili aditivi. Prilikom dobijanja poluproizvoda od mesa, meso se izlaže procesima koji nisu dovoljni da modifikuju strukturu mišićnog vlakna, tako da poluproizvodi od mesa zadržavaju karakteristike svežeg mesa. Poluproizvodi od mesa namenjeni su za upotrebu posle termičke obrade. Izuzetak su samo tatar/tatarski biftek i karpaćo koji se mogu konzumirati i sirovi.

Važno je istaći da se poluproizvodima od mesa ne smeju dodavati niti iznutrice, niti vezivno tkivo, niti je dozvoljeno koristiti i dodavati meso koje je na bilo koji način prerađeno. Isto tako, poluproizvodima od mesa nije dozvoljeno dodavati nitrata i nitrite, sulfite i fosfate, kao ni sumpordioksid.

Imajući u vidu navedene karakteristike, jasno je da se poluproizvodi od mesa moraju čuvati pri temperaturi od 0 °C do 4 °C, a zamrznuti poluproizvodi pri temperaturi od najmanje -18 °C. Kao i u slučaj usitnjenog mesa, poluproizvodi od mesa, ukoliko su jednom već bili odmrznuti, ne smeju se ponovo zamrzavati.

Podela poluproizvoda od mesa prikazana je u *tabeli 14.*

Tabela 14. Podela poluproizvoda od mesa

Grupa	Naziv
1. Usitnjeno oblikovano meso	ćevapčići/ćevapi pljeskavica hamburger/burger usitnjeno meso sa dodacima za pripremu poluproizvoda
2. Roštilj meso	neoblikovano roštilj meso oblikovano roštilj meso
3. Sveže kobasice	sveža kobasica
4. Marinirano meso	
5. Zrelo meso i stekovi	zrelo meso stekovi

Izvor: *Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa ("Sl. glasnik RS", br. 50/2019)*

Usitnjeno meso sa dodacima je nesalamureni poluproizvod od mesa koji se stavlja u promet pod nazivom ćevapčići/ćevapi, pljeskavice, hamburger/burger.

Ćevapčići/ćevapi dobijaju se oblikovanjem usitnjenog svežeg mesa, masnog tkiva, soli i začina, dok se prilikom formiranja **pljeskavice**, uz masno tkivo, so i začine, u usitnjeno meso može dodati i luk. **Hamburger/burger** se dobija oblikovanjem usitnjenog svežeg goveđeg mesa kojem se mogu dodati masno tkivo, so i začini.

Roštilj meso takođe se dobija od usitnjenog mesa. Od prethodno navedenih kategorija poluproizvoda razlikuje se samo po tome što je u njegovoj proizvodnji dozvoljeno koristiti veći broj dodataka. Pored masnog tkiva, soli i začina, dozvoljeno je koristiti i mnoge druge sastojke, kao što su, na primer: šećer, aditivi, voda, arome dima, prirodne arome, vlakna (uključujući inulin), omega 3-masne kiseline, vitamini, mineralne materije, ugljeni hidrati (skrob i proizvodi od skroba), jaja, mleko, proizvodi biljnog porekla i dr. Roštilj meso stavlja se u promet kao upakovana hrana, i to: kao oblikovano i kao neoblikovano roštilj meso.

Sveže kobasice dobijaju se od usitnjenog svežeg mesa, uz dodatak masnog tkiva, soli, začina, ekstrakti začina, šećera, aditiva i vode, pri čemu se ta smeša stavlja u odgovarajuće crevolike omotače.

Marinirano meso dobija se mariniranjem mesa.

Zrelo meso i stekovi dobijaju se izlaganjem mesa procesu prirodnog zrenja, pri temperaturi do 4 °C, na vazduhu i/ili u vakuum-pakovanju. U procesu zrenja aktiviraju se sopstveni enzimi mesa, ali se mogu dodavati i sredstva za ubrzavanje zrenja.

4. KVALITET PROIZVODA OD MESA

Pod proizvodima od mesa podrazumeva se meso koje je podvrgnuto bilo kojim mehaničkim, hemijskim ili enzimskim postupcima usled kojih je došlo do promene ukusa i drugih senzorskih karakteristika mesa. Osnovna razlika između proizvoda od mesa, s jedne strane, i usitnjenog mesa i poluproizvode od mesa, s druge, jeste to što proizvodi od mesa, na površini preseka nemaju više karakteristike svežeg mesa.

Prema postupku dobijanja, proizvodi od mesa dele se na dve grupe:

- **proizvode od mesa dobijene bez termičke obrade i**
- **proizvode od mesa dobijene termičkom obradom.**

Bez termičke obrade dobijaju se fermentisane kobasice, suvomesnati proizvodi, neke vrste slanina (soljena, salamurena suva slanina i pančeta), dok se primenom termičke obrade dobijaju svi ostali proizvodi od mesa [Barene kobasice, kuvane kobasice, dimljeni proizvodi od mesa, jela od mesa, konzerve od mesa, topljena mast, čvarci i neke vrste slanina (barena, dimljena)].

Proizvodi od mesa stavljaju se u promet u skladu sa podelom prikazanom u *tabeli 15*.

Tabela 15. Podela proizvoda od mesa

Grupa	Podgrupa	Naziv
1. Fermentisane kobasice	a) Fermentisane suve kobasice b) Fermentisane polusuve kobasice	domaći kulen kulen zimska salama sremska kobasica sudžuk čajna kobasica panonska kobasica čajni namaz
2. Toplotom obrađene sušene kobasice		
3. Suvomesnati proizvodi		suva šunka sa i bez kostiju (pršut) pršuta suvi vrat buđola stelja pastrma
4. Dimljeni proizvodi od mesa		dimljena šunka dimljena plečka dimljeni kare dimljeno goveđe meso dimljeni živinski file dimljeni batak i/ili karabatak
5. Barene kobasice	a) Fino usitnjene barene kobasice b) Grubo usitnjene barene kobasice c) Barene kobasice sa komadima mesa d) Mesni hlebovi	viršla frankfurter parizer bela kobasica srpska kobasica tirolska kobasica Mortadela šunkarica mesni hleb
6. Kuvane kobasice	a) Jetrene kobasice i paštete b) Krvavice c) Kuvane kobasice sa želeom	jetrena kobasica jetrena kobasica jetrena pašteta mesna pašteta krvavica sa jezicima domaća krvavica jezici sa želeom meso sa želeom domaća švargla i švargla

Grupa	Podgrupa	Naziv
7. Jela od mesa	a) Polupripremljena jela od mesa b) Pripremljena jela od mesa	panirano meso gulaš
8. Konzerve od mesa	a) Konzerve od mesa u komadima b) Konzerve od mesa u sopstvenom soku c) Konzerve od usitnjenog mesa d) Kobasice u konzervi e) Jela od mesa u konzervi	kuvana šunka kuvana plećka kuvani kare kuvani živinski file kuvana slanina govedina u sopstvenom soku svinjetina u sopstvenom soku mesni doručak odgovara vrsti/nazivu barenih i kuvanih kobasica gulaš
9. Slanina		salamurena slanina suva slanina pančeta/panceta barena slanina dimljena slanina papricirana slanina slanina u omotaču punjena slanina
10. Topljena mast i čvarci	a) Topljena mast b) Čvarci c) Proizvodi od masti i čvaraka	svinjska mast domaća svinjska mast loj preživara (goveđi, ovčiji, kozji) masti živine (guščija, kokošija, ćureća, pačija) domaći čvarci duvan čvarci živinski čvarci

Izvor: *Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa ("Sl. glasnik RS", br. 50/2019)*

4.1. FERMENTISANE KOBASICE

Fermentisane kobasice pripadaju proizvodima od mesa koji se termički ne obrađuju, već se konzervišu postupcima fermentacije i sušenja, sa ili bez dimljenja. Njihova održivost se zasniva na niskim vrednostima pH i aktivnosti vode. Prema stepenu sušenja i na osnovu konzistencije, dele se na fermentisane suve i fermentisane polusuve kobasice. Glavni predstavnici ove grupe proizvoda prikazani su u *tabeli 15*.

U proizvodnji fermentisanih kobasica najčešće se koristi meso svinja i goveda (starijih životinja) i to, meso I i II kategorije. Za njihovu proizvodnju karakteristično je to da se mesu dodaju starter kulture (korisna mikroflora) i šećer kao supstrat koji razlaže starter kulturu do mlečne kiseline i snižava pH proizvoda.

Činjenica da se fermentisane kobasice u toku proizvodnje termički ne obrađuju, omogućava da se kao starter kulture koriste probiotici koji u funkcionalnim¹⁴ fermentisanim kobasicama imaju poseban značaj. U proizvodnji fermentisanih kobasica, dodaju se i prebiotici, najčešće inulin, ali i druga dijetalna vlakna. Moguće je, takođe, da se jedan deo masti zameni biljnim uljima i da se na taj način poveća sadržaj omega tri masnih kiselina u fermentisanim kobasicama. Krajnji rezultat navedenih modifikacija tehnološkog procesa jeste dobijanje tzv. funkcionalnih fermentisanih kobasica.

Sadržaj proteina mesa u fermentisanim kobasicama je najmanje 20%, dok je sadržaj kolagena u proteinima mesa najviše 15%.

Održivost ove vrste kobasica zasniva se na niskim pH vrednostima i niskim vrednostima aktivnosti vode, zbog čega se mogu skladištiti pri višim temperaturama (*tabela 16*).

¹⁴ Pojam funkcionalna hrana odnosi se na namirnice koje, pored osnovnih hranljivih materija, sadrže i sastojke koji pozitivno utiču na zdravlje ljudi.

Tabela 16. Antimikrobni faktori od značaja za bezbednost i održivost fermentisanih kobasica

Antimikrobni parametar	Fermentisane kobasice	
	Suve	polusuve
a_w vrednost	0,80–0,90	0,90–0,94
sadržaj soli	2,4–2,8%	2,5–3,0%
pH vrednost	5,3–6,0	4,5–5,0
Termička obrada		
Temperatura skladištenja	< 15°C	< 15°C

Izvor: *Preuzeto i adaptirano iz Teodorović i sar. (2015)*

Proizvodnja fermentisanih kobasica u Srbiji ima dugu tradiciju. Oznaku geografskog porekla koja ukazuje na dodatni kvalitet i tradicionalnu proizvodnju imaju proizvodi poznati pod nazivom sremski kulen, lemeški kulen, petrovačka kobasica itd.

4.2. SUVOMESNATI PROIZVODI

Suvomesnati proizvodi se dobijaju od mesa u komadima sa ili bez kostiju, masnog tkiva i kože. Suvomesnati proizvodi najpre se konzervišu soljenjem ili salamurenjem, posle čega sledi sušenje (sa ili bez dimljenja). Za suvomesnate proizvode, kao i za fermentisane, karakteristično je to da se termički ne obrađuju. Dimljenje kojem se ovi proizvodi izlažu u toku procesa proizvodnje je hladno dimljenje (pri temperaturi od 18 do 25 °C), tako da se ne može smatrati da su takvi proizvodi termički obrađeni. Glavni predstavnici ove grupe proizvoda prikazani su u *tabeli 15*.

Suvomesnati proizvodi čuvaju se pri temperaturi do +15 °C, a upakovani naresci proizvoda, pri temperaturi do +4 °C.

Sadržaj proteina mesa u mesnom delu proizvoda najmanje je 16%.

Održivost suvomesnatih proizvoda zasniva se niskim vrednostima aktivnosti vode i visokim procentom soli (*tabela 17*).

Tabela 17. Antimikrobni faktori od značaja za bezbednost i održivost suvomesnatih proizvoda

Antimikrobni parametar	Vrednost
a_w -vrednost	0,80–0,90
sadržaj soli	4,5–6 %
pH-vrednost	6,0–6,6
Termička obrada	ne obrađuju se toplotom
Temperatura skladištenja	< 15°C

Izvor: Preuzeto iz Teodorović i sar. (2015)

U Zapadnoj Srbiji postoji duga tradicija proizvodnje suvomesnatih proizvoda, naročito pršuta. Proizvodi te vrste sa oznakom geografskog porekla su, na primer, goveđa užička pršuta i svinjska užička pršuta.

4.3. TOPLOTOM OBRAĐENE SUŠENE KOBASICE

Toplotom obrađene sušene kobasice proizvode se od mesa domaćih papkara i kopitara I i II kategorije, zatim od mesa živine I kategorije, ali i od mesa divljači, masnog tkiva i određenih dodataka. Nakon punjenja u omotače, termički se obrađuju pri temperaturama iznad 50 °C, a zatim suše. Takođe, mogu biti dimljene i/ili fermentisane.

Sadržaj proteina mesa u ovim kobasicama najmanje je 18%, a sadržaj kolagena u proteinima mesa najviše 20%.

4.4. DIMLJENI PROIZVODI OD MESA

Dimljeni proizvodi od mesa dobijaju se od mesa u komadima, sa ili bez kostiju, kože i masnog tkiva. Predstavnici ove grupe proizvoda prikazani su u *tabeli 15*.

Dimljeni proizvodi od mesa dime se i obrađuju toplotom pri temperaturi pasterizacije. Mada se i drugi proizvodi od mesa dime, ova grupa nosi naziv dimljeni proizvodi zbog toga što je u ovom slučaju proces vrućeg dimljenja glavni konzervišući faktor i što je upravo on zaslužan za postizanje njihove mikrobiološke stabilnosti. Dimljeni proizvodi od mesa imaju relativno visoku aktivnost vode i visoku pH vrednost, tako da njihova održivost zavisi od pasterizacije (dimljenjem) i niskih temperaturama skladištenja (<4 °C) (*tabela 18*).

Sadržaj proteina mesa u mesnatom delu dimljenih proizvoda od mesa je najmanje 16%.

Tabela 18. Antimikrobni faktori od značaja za bezbednost i održivost dimljenih proizvoda

Antimikrobni parametar	Vrednost
a_w -vrednost	0,95–0,98
sadržaj soli	1,8–2,2%
pH-vrednost	6,0–6,6
Termička obrada	pasterizacija >70 °C
Temperatura skladištenja	<4 °C

Izvor: Preuzeto iz Teodorović i sar. (2015)

4.5. BARENE KOBASICE

Za sve proizvode iz grupe barenih kobasica karakteristično je to da osnovu njihovog nadeva čini mesno testo¹⁵ ili mesna emulzija,¹⁶ i da se oni nakon punjenja u omotače termički obrađuju pri temperaturi pasterizacije, sa ili bez dimljenja, ili pri temperaturi kuvanja i sterilizacije. Predstavnici ove grupe proizvoda prikazani su u *tabeli 15*.

Pošto barene kobasice imaju visoku pH vrednost i aktivnost vode, njihova održivost zavisi od primenjenog termičkog postupka i temperature čuvanja (*tabela 19*).

Tabela 19. Antimikrobni faktori od značaja za bezbednost i održivost barenih kobasica

Antimikrobni parametar		Vrednost		
a _w vrednost		0,96–0,98		
sadržaj soli		1,8–2,2 %		
pH vrednost		6,0–6,5		
Termička obrada	pasterizacija	kuvanje	sterilizacija	
Temperatura skladištenja	<4 °C	<10 °C	<25°C	

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Teodorović i sar. (2015)

Sadržaj proteina mesa u barenim kobasicama najmanje je 10%, a sadržaj kolagena u proteinima mesa najviše do 20%.

Za proizvodnju barenih kobasica ne smeju da se koriste noge, koža sa glave i vrata živine, kao ni kosti glave, nogu, repa drugih životinja.

Prilikom proizvodnje barenih kobasica, dozvoljena je upotreba **mehanički separisanog mesa (MSM)**. Mehanički separisano meso je proizvod dobijen odvajanjem mesa sa kostiju na kojima je to meso ostalo posle otkoštavanja trupa ili sa trupa živine. Upotreba mehaničkih sredstava za odvajanje mesa od kostiju ima za posledicu gubitak ili modifikaciju strukture mišićnih vlakana. Jasno je da je u pogledu hranljivih sastojaka MSM slabijeg kvaliteta u odnosu na meso.

15 Mesno testo (prat) predstavlja testastu homogenu masu koja je međuproizvod dobijen intenzivnim usitnjavanjem mesa uz dodatak leda, kuhinjske soli i aditiva.

16 Ukoliko se pored mesa, soli i leda dodaje i masno tkivo, masti i ulja, dobija se međuproizvod koji se naziva mesna emulzija.

Mehanički separisano meso je lako kvarljiv proizvod i zato mora, ili da se upotrebiti u roku od jednog sata po dobijanju, ili da se ohladi na temperaturu od 2 °C u dubini proizvoda i iskoristi za 24 sata, ili da se zamrzne.

Važno je i napomenuti i da iako mehanički separisano meso ima široku primenu u proizvodnji barenih kobasica, nije dozvoljeno da se barene kobasice u čijoj proizvodnji je korišćen MSM stavljaju u promet pod nazivom viršla, frankfurter, parizer, bela kobasica, srpska kobasica, tirolska kobasica, mortadela, šunkarica ili mesni hleb.

Sadržaj proteina mesa u barenim kobasicama najmanje je 10%, a sadržaj kolagena u proteinima mesa najviše do 20%, u zavisnosti od podgrupe proizvoda. Međutim, u barenim kobasicama kojima je dodato MSM, sadržaj kolagena u proteinima mesa ili ukupnim proteinima može najviše biti do 25%.

4.6. KUVANE KOBASICE

Kuvane kobasice se izrađuju se od prethodno kuvanih sirovina (meso, slanina, iznutrice, kože itd.). Nakon pripreme nadeva, usitnjavanjem i mešanjem sa drugim sastojcima (jetra i krv), ove kobasice se pune u omotače i obrađuju pri temperaturi pasterizacije, kuvanja ili sterilizacije. Razlikuju se od barenih kobasica po tome što se omotač puni sirovinom koja je već termički obrađena, dok se kod barenih kobasica termička obrada odvija tek nakon punjenja omotača. U toku proizvodnje kuvanih kobasica sirovine mogu da se bare, kuvaju ili prže u masti. Predstavnici ove grupe proizvoda prikazani su u *tabeli 15*.

Kao i barene kobasice, kuvane kobasice imaju visoku pH vrednost i aktivnost vode, tako da njihova održivost zavisi od primenjenog termičkog postupka i temperature čuvanja (*tabela 20*).

Tabela 20. Antimikrobni faktori od značaja za bezbednost i održivost kuvanih kobasica

Antimikrobni parametar		Vrednost		
a_w vrednost		0,95–0,96		
sadržaj soli		1,2–1,8 %		
pH vrednost		6,1–7,1		
Termička obrada	pasterizacija	kuvanje	sterilizacija	
Temperatura skladištenja	<4 °C	<7 °C	<25 °C	

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Teodorović i sar. (2015)

U proizvodnji jetrenih kobasica i mesnih i jetrenih pašteta (podgrupe kuvanih kobasica) može da se upotrebljava i MSM, ali u tom slučaju ovi proizvodi ne mogu da nose nazive jetrena kobasica, jetrena pašteta, mesna pašteta, već se takve kobasice i paštete stavljaju u promet pod drugim nazivima.

Sadržaj proteina mesa u kuvanim kobasicama ili sadržaj ukupnih proteina najmanje je 9%, a sadržaj kolagena u proteinima mesa ili ukupnim proteinima najviše 25%, u zavisnosti od potkategorije proizvoda.

4.7. JELA OD MESA

Jela od mesa dobijaju se od mesa, poluproizvoda od mesa, proizvoda od mesa, iznutrica i dodataka, i mogu se posle kulinarske i termičke obrade stavljati u promet kao polupripremljena jela od mesa i pripremljena jela od mesa.

Polupripremljena jela od mesa mogu da se proizvode i stavljaju u promet kao hladna jela i zamrznuta jela, a *pripremljena jela* od mesa mogu da se proizvode i stavljaju u promet kao topla jela, hladna jela i zamrznuta jela.

Topla jela od mesa čuvaju se i služe pri temperaturi od najmanje 63 °C; hladna jela od mesa čuvaju se pri temperaturi od 0 °C do 4 °C, a zamrznuta jela od mesa pri temperaturi od najmanje -18 °C.

Panirano meso dobija se paniranjem odreska mesa bez kosti i može da se stavlja u promet pod nazivom *karađorđeva šnicla*, *bečka šnicla*, *pariska šnicla* ili pod drugim nazivom.

Pripremljena jela od mesa potpuno su obrađena toplotom i mogu da se konzumiraju: odmah posle proizvodnje, ili kao hladna jela, ili posle kratkotrajnog zagrevanja. Pripremljena jela od mesa proizvode se i stavljaju u promet pod nazivom *gulaš* ili pod drugim nazivom, pri čemu se obavezno navodi vrsta jela i vrsta mesa od kojeg je jelo dobijeno.

4.8. KONZERVE OD MESA

Konzerve od mesa su proizvodi od mesa koji se posle punjenja u hermetički zatvorene posude ili odgovarajuće omotače, termički obrađuju pri temperaturama pasterizacije, kuvanja ili sterilizacije. Pošto ih karakteriše visoka pH vrednost i aktivnost vode, kao i nizak procenat soli, njihova održivost zavisi od režima termičke obrade i temperature skladištenja (*tabela 21*).

Tabela 21. Antimikrobni faktori od značaja za bezbednost i održivost konzervi od mesa

Antimikrobni parametar		Vrednost			
a_w vrednost		0,96–0,98			
sadržaj soli		1,2–2,5 %			
pH vrednost		6,0–6,5			
Termička obrada	pasterizacija	kuvanje	sterilizacija	visoka sterilizacija	
Temperatura skladištenja	<4 °C	<10 °C	<25 °C	>40 °C	

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Teodorović i sar. (2015)

4.9. SLANINA

Slanina je proizvod od mesa dobijen od potkožnog masnog tkiva svinja i određenih dodataka. Konzerviše se soljenjem, salamurenjem, sušenjem ili termičkom obradom pri temperaturi pasterizacije, sa dimljenjem ili bez dimljenja. U zavisnosti od dominantnog postupka konzervisanja prilikom proizvodnje, slanina se u prometu može naći pod sledećim nazivima: salamurena slanina, suva slanina, pančeta/panceta, barena slanina, dimljena slanina, papricirana slanina, slanina u omotaču, punjena slanina.

Salamurena slanina dobija se salamurenjem i hladnim dimljenjem dok se suva slanina dobija soljenjem ili salamurenjem, sušenjem i dimljenjem.

Pančeta vodi poreklo iz Italije. Karakteristično za pančetu je da se dobija od mesnatijeg dela trbušine svinja; čvršća je i kompaktnija u odnosu na druge grupe slanina i njen postupak proizvodnje traje i do četiri meseca. Dobija se soljenjem ili salamurenjem, sušenjem i dimljenjem.

Barena i dimljena slanina dobijaju se termičkom obradom pri temperaturi pasterizacije, uz postupak salamurenja i dimljenja.

Papricirana slanina je po površini začinjena mlevenom crvenom začinskom paprikom i belim lukom.

Slanina u omotaču je vrsta slanine koja se nakon salamurenje i termičke obrade pri temperaturi pasterizacije puni u omotače.

4.10. MAST I ČVARCI

Topljena mast je proizvod koji se dobija topljenjem masnog tkiva životinja. S obzirom na to od koje vrste životinja potiču, razlikuju se tri vrste masti: svinjska mast, loj preživara i masti živine.

U zavisnosti od postupka dobijanja, svinjska mast se u promet stavlja pod nazivom *svinjska mast* i *domaća svinjska mast*. Svinjska mast je proizvod dobijen vlažnim postupkom topljenja masnog tkiva svinja, dok se domaća mast dobija suvim postupkom topljenja. Svinjska mast je bele boje i ima aromu kuvanog svinjskog mesa, dok domaću svinjsku mast karakteriše bela do bleđožučkasta boja i aroma koja podseća na čvarke. Domaća svinjska mast ima veću održivost zato što, zahvaljujući postupku dobijanja (suvo topljenje), sadrži manje vode i više aminokiselina za koje se smatra da imaju antioksidativnu ulogu.

Loj preživara proizvodi se i stavlja u promet pod nazivom goveđi loj, ovčiji loj i kozji loj.

Masti živine, u zavisnosti od vrste živine od koje se proizvode, stavljaju se u promet kao guščija mast, kokošija mast, ćureća mast i pačija mast.

Čvarci se dobijaju topljenjem masnog tkiva iz kojeg je su delimično izdvojeni mast i voda. U toku postupka proizvodnje, čvarcima se mogu dodavati so, začini, mleko ili proizvodi od mleka.

Duvan čvarci dobijaju se topljenjem mesa i masnog tkiva svinja s kojeg je odstranjena koža. Smesa dobijena odlivanjem masti naknadno se izlaže postupku presovanja koji značajno menja strukturu mesa pomešanog s veoma malom količinom preostalog masnog tkiva. To duvan čvarcima daje rastresitu strukturu i karakterističan izgled (izgled rezanog duvana). Inače, valjevski duvan čvarci nose oznaku zaštićenog geografskog porekla i predstavljaju tradicionalni proizvod zapadne Srbije.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Šta se podrazumeva pod mesom životinja za klanje?
- Građa mesa i hemijski sastav mesa.
- Šta su limitirajuće aminokiseline, a šta analozi mesa?
- Koji je najvažniji pigment mesa?
- Promene u mesu nakon klanja (zrenje mesa).
- Postupci termičke obrade mesa i promene koje pri tome nastaju.
- Kategorizacija mesa papkara.
- Kategorizacija mesa živine.
- Kvalitet usitnjenog mesa.
- Šta su poluproizvodi od mesa i njihove karakteristike?
- Kvalitet proizvoda od mesa.
- Koji se proizvodi od mesa proizvode bez termičke obrade?
- Koji su to antimikrobni faktori u proizvodima od mesa dobijenih bez termičke obrade?
- Zašto je domaća svinjska mast, održivija od svinjske masti?

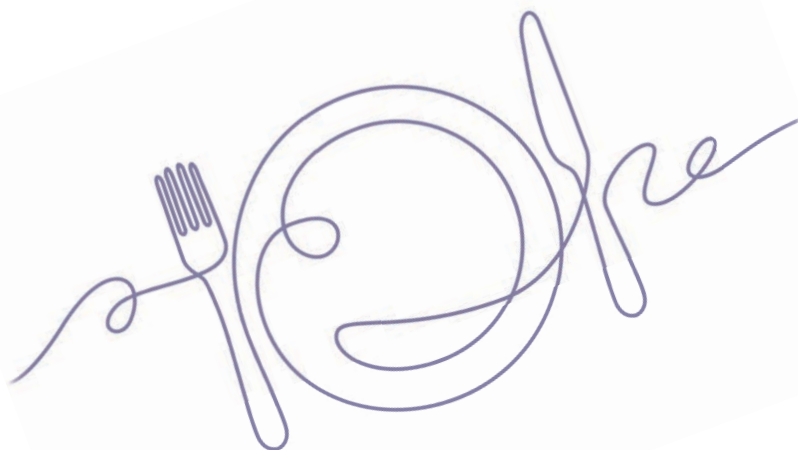
Drugi deo
6. POGLAVLJE

MLEKO I PROIZVODI OD MLEKA



MLEKO I PROIZVODI OD MLEKA

Upotreba mleka za ishranu ljudi počela je u mlađem kamenom dobu. Naravno, životinje iz porodice sisara lovile su se i koristile za ishranu mnogo pre toga – još u periodu starijeg kamenog doba. Ubrzo nakon što je čovek počeo da koristi mleko u ishrani, sasvim slučajno je otkriven i način dobijanja sira. Naime, čovek je ostavio mleko u glinenoj posudi; mleko se stajanjem ukiselilo; postalo je gušće i nastao je sir. Danas su mleko i mlečni proizvodi široko rasprostranjeni u ishrani ljudi. Postoji veliki broj proizvoda od mleka čije se karakteristike i tehnologije izrade razlikuju od zemlje do zemlje.



1. MLEKO

Mleko je prva hrana svih novorođenih sisara. Prema biološkoj definiciji mleka, mleko je tečni sekret ženki sisara namenjen za ishranu mladunčadi. S hemijskog stanovišta, mleko je kompleksna smeša organskih i neorganskih supstanci sastavljena od vode, masti, ugljenih hidrata, mineralnih soli, gasova, somatskih ćelija, vitamina i enzima. Prema važećem Pravilniku o kvalitetu sirovog mleka (Sl. glasnik RS, br. 106/2017), pod sirovim mlekom podrazumeva se mleko dobijeno redovnom, neprekidnom i potpunom mužom zdravih, pravilno hranjenih muznih životinja, najkasnije 30 dana pre partusa (porođaja) i najranije osam dana posle partusa, koje nije zagrevano na temperaturi višoj od 40 °C i kome ništa nije dodato niti oduzeto.

Mleko za ishranu ljudi može se dobiti od različitih životinja, ali je važno razjasniti da se pod mlekom obično podrazumeva kravlje mleko, dok se mleko drugih vrsta mora tačno označiti (na primer, ovčije mleko).

Mleko se koristi širom sveta i prerađuje na različite načine, te se od njega dobija veliki broj proizvoda različitih osobina (tekstura, ukus, sastav, rok trajanja itd.). Osim što se mleko direktno koristi u ishrani ljudi, proizvodi od mleka koriste se i kao dodaci drugoj hrani radi poboljšanja njene nutritivne vrednosti. Primer za to je dodavanje mleka u prahu drugim namirnicama, kada im ono služi kao izvor proteina ili kalcijuma.

Prema vrsti domaćih životinja od kojih je dobijeno, sirovo mleko može biti:

- kravlje sirovo mleko;
- ovčije sirovo mleko;
- kozje sirovo mleko i
- sirovo mleko ostalih domaćih životinja (kobilje, magareće, bivolje).

Važno je napomenuti i da se pod mlekom obično podrazumeva kravlje mleko, dok se za mleko drugih vrsta mora tačno označiti životinja od koje je dobijeno (npr. ovčije mleko, kozje mleko i dr).

1.1. SASTAV MLEKA

Zbog svog hemijskog sastava i karakterističnih osobina (neutralna pH vrednost, visok sadržaj proteina i visoka aw vrednost), mleko je lako kvarljiva namirnica. Zbog toga je neophodno da se odmah nakon muže čuva na niskim temperaturama.

Sa stanovišta zdrave i uravnotežene ishrane, mleko je veoma specifična namirnica. Prirodnog je porekla i sadrži praktično sve gradivne, energetske i zaštitne materije, uz dosta proteina, minerala i vitamina. Fizički i hemijski sastav mleka varira u zavisnosti od više faktora kao što su: starost i rasa grla, način držanja, vrsta ishrane i dr.

U hemijskom smislu, mleko predstavlja emulziju masti u vodenom rastvoru proteina, ugljenih hidrata i minerala. Osnovni sastojci mleka su:

- voda;
- proteini: kazein, albumin, globulin (proteini surutke);
- mlečna mast;
- mlečni šećer (laktoza);
- minerali (kalcijum, fosfor) i
- vitamini: B1, B2, B12, A, D.

1.1.1. Voda

Voda je najzastupljenija komponenta mleka. Ona čini između 87% do 90% sirovog mleka. Sa smanjivanjem količine vode u mleku tokom njegove prerade, povećava se održivost proizvoda od mleka.

1.1.2. Ugljeni hidrati

Ugljeni hidrati su rastvorljivi u vodi i ima ih u proseku oko 5%. Najzastupljeniji ugljeni hidrat u mleku je laktoza. Zbog sadržaja laktoze, ukus mleka je sladunjav, iako je laktoza pet puta manje slatka od saharoze, odnosno belog šećera. Laktozu razlaže enzim laktaza u digestivnom traktu. U procesu proizvodnje fermentisanih proizvoda od mleka, veoma su važne reakcije fermentacije (razlaganje laktoze), kada, aktivnošću bakterija mlečne kiseline, dolazi do stvaranja mlečne kiseline. Pored mlečnokiselinske fermentacije, u mleku se odigravaju i propionska i alkoholna fermentacija.

Neke od fermentacija mogu biti i nepoželjne, kao što je buterna fermentacija. Za sve fermentacije je zajedničko je to da je za njihovo odvijanje neophodna prisutnost laktoze, ali su produkti koji pri tome nastaju različiti, kao i mikroorganizmi koji su za fermentaciju zaslužni.

Osobe koje su intolerantne na laktozu bolje podnose sireve i druge fermentisane proizvode od mleka nego samo mleko. Razlog tome je manja količina laktoze u tim proizvodima, budući da je u procesu fermentacije znatan deo nje razgrađen do mlečne kiseline.

Propionska fermentacija se odvija kod nekih vrsta sireva, kao što je na primer ementaler. U proizvodnji ovog sira, najpre bakterije mlečne kiseline razlažu laktozu do mlečne kiseline, a zatim bakterije propionske kiseline pretvaraju mlečnu kiselinu u propionsku. Prilikom fermentacije nastaje značajna količina ugljen-dioksida koji je zaslužan za stvaranja okaca (karakterističnih „rupa“) u siru ove vrste.

Alkoholna fermentacija je značajna za proizvodnju kefira gde se, pored mlečnokiselinske fermentacije, odvija i alkoholna fermentacija. Alkoholna fermentacija nastaje usled prisustva odabrane vrste kvasaca, kada se, uporedo sa stvaranjem mlečne kiseline, stvaraju alkohol i ugljen-dioksid.

Buterna fermentacija je primer nepoželjne fermentacije koja se odvija u mleku i proizvodima od mleka pod uticajem bakterija buterne kiseline. U ovom slučaju, zbog nakupljanja buterne kiseline koja je neprijatnog ukusa i mirisa, i sam proizvod dobija neprijatnu aromu. Ta pojava predstavlja ozbiljan problem u proizvodnji tvrdih sireva zbog takozvanog kasnog nadimanja koje se javlja tri do četiri nedelje posle zrenja sireva.

1.1.3. Masti

Mast čini više od 50% ukupne energetske vrednosti mleka. Mlečna mast zadovoljava potrebe u razvoju čoveka obezbeđujući gradivne masne kiseline i vitamine koji su rastvorljivi u mastima (vitamini A, D, E i K), kao i neke pigmente (karoten i ksantofil).

U proseku, mleko sadrži oko 3,5% masti. Mlečna mast sadrži trigliceride (95%) koji se sastoje od zasićenih, mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina. Ove masne kiseline imaju različite tačke topljenja i različite su osetljivosti na oksidaciju, pa samim tim imaju različita svojstva. Karakteristično za mlečnu mast je i to što sadrže mnogo masnih kiselina kratkog lanca.

Masnoća je „najskuplji“ i najvarijabilniji¹⁷ sastojak mleka. Njena količina u mleku presudno utiče na formiranje otkupne cene mleka.

1.1.4. Belančevine

Sadržaj belančevina u mleku se kreće od 3,1 do 3,95% (prosečno 3,55%). Mlečni proteini su kazein, albumin i globulin. Na osnovu rastvorljivosti ovih proteina u vodi i na osnovu uslova za koagulaciju, proteini koji se nalaze u mleku podeljeni su u dve grupe. Prvu proteinsku frakciju čine kazeini, a drugu surutka, odnosno serum koga čine albumini i globulini. U zavisnosti od zastupljenosti navedenih proteinskih frakcija, različite vrste mleka svrstavaju se u dve osnovne grupe:

- **kazeinska mleka i**
- **albuminska mleka.**

Kazeinska mleka su ona kod kojih je učešće kazeina u ukupnim proteinima 75% i više, a albuminska mleka su ona kod kojih je učešće kazeina u ukupnim proteinima ispod 65%.

¹⁷ Sadržaj masnoća u mleku u velikoj meri varira jer zavisi od brojnih faktora, kao što su pre svega ishrana životinja i fiziološki status životinja.

Kazein ne sadrži dovoljan broj esencijalnih aminokiselina i da nije albumina i globulina koji dopunjuju kvalitet proteina mleka, ne bi se moglo reći da mleko sadrži kompletne proteine

Mleka bogata kazeinom su mleko krave, ovce, koze i bivolice (uglavnom mleka tipičnih biljojeda preživara), dok su mleka bogata albuminima mleko kobile, mazge i humano (ljudsko) mleko

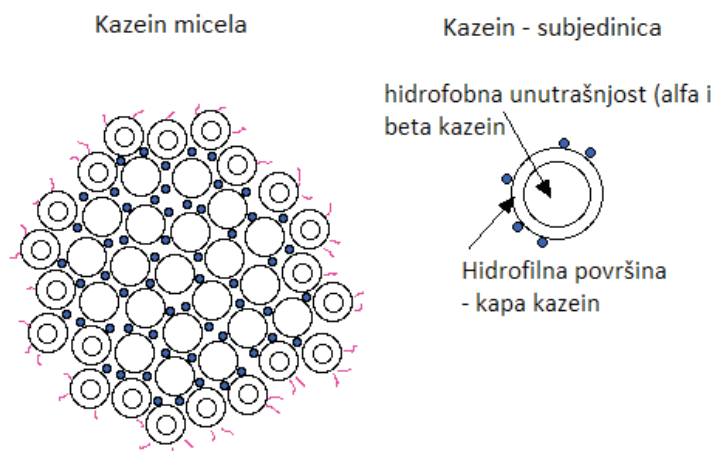
1.1.4.1. Kazein

Kazein je najvažniji protein mleka, ne samo zato što ga najviše ima već i zbog njegovih tehnoloških osobina. Naziv kazein potiče od latinske reči *caseus* što znači sir, a to upućuje na zaključak da je kazein protein čijom zgušnjavanjem nastaje sir. Mnoge tehnologije prerade mleka zasnovane su na osnovnim osobinama kazeina (tehnologija sira, fermentisanih proizvoda). Inače, njegova biološka funkcija u mleku je da prenosi velike količine nerastvorenog kalcijuma mladuncu sisara.

Kazeini su zapravo grupa sličnih proteina koji se zgušnjavaju (koagulišu) u kiseloj sredini, tačnije pri vrednosti pH od 4,6, što se naziva njihovom izoelektričnom tačkom. Poznate su tri glavne frakcije kazeina: alfa s (α_s), beta (β) i kapa kazein (κ kazein). U mleku se kazeinske frakcije povezuju između sebe, ali i sa kalcijumfosfatom, pri čemu se formiraju stabilne sferne strukture poznate kao kazein micele. Više hidrofobni kazeini (α_s i β -kazein) nalaze se u unutrašnjosti micela, dok se više hidrofilni kazein (κ -kazein) nalaze uglavnom na površini micela (slika 17). Upravo je κ -kazein taj koji kazeinskim micelama u mleku daje njihovu stabilnost. Međutim, kako kiselost sredine raste (pH vrednost opada), kazeinske micele počinju da gube svoju stabilnost i počinju da koagulišu (agregiraju). Taj proces počinje već pri vrednosti pH od 5,2 i upravo je on osnova za formiranje gruš (koagulum) u proizvodnji sira.

Do koagulacije kazeina dolazi usled nakupljanja mlečne kiseline koja nastaje prilikom mlečno kiselinskog vrenja (fermentacije). Osim toga, i pojedini enzimi sirenja (sirilo) koji se dodaju pri pravljenju sira utiču na zgrušavanje kazeina. Oni (enzimi) cepaju vezu između kapa kazeina i kalcijuma, pri čemu kazeinske micele gube stabilnost, koagulišu (agregiraju) i formiraju gruš.

Slika 17. Struktura micle kazeina



Izvor: Preuzeto i adaptirano sa University of Guelph Dairy Science

Kazeinske micle su relativno stabilne pri višim temperaturama i ne denaturišu se delovanjem toplote prilikom uobičajenog kuvanja mleka. Međutim, izlaganje kazeina dugotrajnoj termičkoj obradi pri vrlo visokim temperaturama dovodi do njegove koagulacije.

1.1.4.2. Albumini i globulini

Druga proteinska frakcija mleka je surutka ili serum u kojoj se nalaze albumini i globulini (oko 20%). Za razliku od kazeina, albumini i globulini nemaju tako veliki tehnološki značaj u preradi mleka. Međutim, oni imaju visoku biološku vrednost koja se ogleda u dobro izbalansiranom odnosu esencijalnih aminokiselina koje ulaze u njihov sastav.

Sirilo i kisela sredina ne utiču na zgrušavanje albumina i globulina, tako da oni ostaju rastvoreni u surutki. Međutim, i ovi proteini koagulišu, ali ne pod dejstvom mlečne kiseline i sirila, već delovanjem visoke temperature. Svojstvo proteina surutke da koagulišu prilikom izlaganja visokim temperaturama koristi se u tehnologiji prerade mleka u posebnu vrstu sireva od surutke (urda i sitan sir). Zgrušavanje albumina i globulina prilikom običnog kuvanja mleka može se zapaziti po naslagama na zidovima suda u kojem se mleko kuva.

1.1.5. Vitamini i minerali

Među **vitaminima** koji se nalaze u mleku ima onih koji su rastvorljivi u vodi i onih koji su rastvorljivi u mastima. Mleko je značajan izvor hidrosolubilnih vitamina, pre svega vitamina B grupe i vitamina C.

Vitamini A, D, E i K su rastvorljivi u mastima i njihov sadržaj zavisi od sadržaja masti u mleku. Mleko se uglavnom obogaćuje vitaminom D, jer ga u njemu nema u dovoljnoj količini. To, kada se radi o kravljem mleku, zavisi isključivo od ishrane. Osim od ishrane, količina nekih vitamina varira i u zavisnosti od zdravlja krava od kojih se mleko uzima.

Mleko je značajan izvor **minerala** među kojima su najznačajniji kalcijum i fosfor. Ne samo da ih u mleku ima dosta, nego je i njihov odnos izuzetno povoljan za izgradnju koštanog sistema (ima više kalcijuma nego fosfora, što je slučaj i sa njihovim odnosom u kostima). Za razliku od kalcijuma i fosfora, gvožđa i joda u mleku uopšte nema. Čak štaviše, mleko može ometati preuzimanje gvožđa iz creva. Zato se u ishranu dece posle šest meseci života treba obavezno da uključe i nemlečne komponente kako bi se obezbedio adekvatan unos gvožđa.

Sastav mleka različitih vrsta životinja prikazan je u *tabeli 22*.

Tabela 22. Sastav mleka različitih vrsta izraženo na 100 grama

Sastojak	Krava	Žena	Bivolica	Koza	Ovca
Voda (g)	87,99	87,50	83,39	87,03	80,70
Kalorije	61	70	97	69	108
Proteini(g)	3,29	1,03	3,75	3, 3,56	5,98
Masti(g)	3,34	4,38	6,89	4,14	7,00
Ugljeni hidrati	4,66	6,89	5,18	4,45	5,36
Vlakna (g)	0	0	0	0	0
Holesterol (mg)	14	14	19	11	
Kalcijum (mg)	119	32	169	134	193
Gvožđe (mg)	0,05	0,03	0,12	0,05	0,10
Magnezijum (mg)	13	3	31	14	18
Fosfor (mg)	93	14	117	111	158
Kalijum (mg)	152	51	178	204	136

Sastojak	Krava	Žena	Bivolica	Koza	Ovca
Natrijum (mg)	49	17	52	50	44
Cink (mg)	0,38	0,17	0,22	0,30	-
Vitamin C (mg)	0,94	5,00	2,25	1,29	4,16
Tiamin (mg)	0,038	0,014	0,052	0,048	0,065
Riboflavin (mg)	0,162	0,036	0,135	0,138	0,355
Niacin (mg)	0,084	0,177	0,091	0,277	0,417
Pantotenska (mg)	0,314	0,223	0,192	0,310	0,407
B6 (mg)	0,042	0,011	0,023	0,046	-
Folijačna (μg)	5	5	6	1	
B12 (μg)	0,357	0,045	0,363	0,065	0,711
Vitamin A (RE)	31	64	53	56	42
Vitamin A (IJ)	126	241	178	185	147

Izvor: Preuzeto i adaptirano iz Vaclavic i Christian (2014)

1.2. OSOBINE MLEKA

Osobine mleka mogu da variraju u zavisnosti od vrste i rase životinje, starosti, ishrane i načina držanja grla.

Boja mleka je bela ili žućkasta. To u velikoj meri zavisi od načina držanja životinje. Ukoliko se, na primer, životinja hrani na otvorenom (pase travu), u mleku se nalazi više pigmenta beta-karotena,¹⁸ tj. provitamina vitamina A, i ono tada ima žućkastu boju. Ako, pak, krave provode previše vremena u štali hraneći se uglavnom koncentratima, boja mleka je potpuno bela. Plavkasta boja mleka karakteristična je za obrana mleka, odnosno mleka sa smanjenim sadržajem masnoće.

Ukus mleka je sladunjav i potiče od mlečnog šećera - laktoze. Prilikom termičke obrade mleka dolazi do razlaganja proteina mleka, pri čemu se oslobađaju i neka sumporna jedinjenja (sumpor se nalazi u nekim aminokiselinama proteina), usled čega kuvano mleko dobija drugačiji ukus od svežeg.

Miris mleka je karakterističan za vrstu životinje od koje potiče.

Konzistencija mleka je tečna, a pH vrednost mleka kreće se u granicama od 6,5 do 6,8.

U poređenju s kravljim mlekom, **ovčije i kozje mleko** specifična su po tome što imaju nešto veći sadržaj masti i proteina, dok je količina laktoze u njima manja. Učešće proteina surutke u ukupnim proteinima ovčjeg i kozjeg mleka veće je nego u kravljem mleku, što im daje posebnu biološku vrednost. Mlečna mast ovčijeg i kozjeg mleka ima veći sadržaj kaprilne i kaprinske kiseline, od čega potiče njihov karakterističan ukus i miris. Boja mlečne masti ovčjeg i kozjeg mleka je bela zbog toga što je najveći deo beta-karotena, oko 80%, prevedeno u vitamin A. (Prethodno je pomenuto da žućkasta nijansa boje kravljeg mleka potiče od beta-karotena). Kozje i ovčje mleko sadrže više kalcijuma i neorganskog fosfora nego kravlje.

¹⁸ Beta – karoten je provitamin jer se u organizmu pretvara u vitamin A.

2. PROIZVODI OD MLEKA

Proizvodi od mleka koriste se u ishrani ljudi veoma dugo. Procesi proizvodnje mlečnih proizvoda, njihove karakteristike, sastav i senzorske osobine razlikuju se od zemlje do zemlje (od kraja do kraja). Bitno je istaći da su mlečni proizvodi odraz kulture i tradicije i da mnogi od njih imaju zaštićeno geografsko poreklo, što ih čini prepoznatljivim obeležjem određene zemlje, regije ili naroda. Mlečni proizvodi koriste se i kao dodaci i u drugim granama prehrambene industrije (mesnoj, konditorskoj i drugoj). Preradom mleka dobija se veliki broj proizvoda: pasterizovano mleko, sterilizovano mleko, zgusnuto mleko, kondenzovano mleko, mleko u prahu, fermentisano mleko (kiselo mleko, jogurt, kefir, acidofilno mleko), pavlaka (kisela, slatka i neutralna), kajmak, maslac, maslo, mlaćenica, sirevi, surutka, mlečni puding, mlečni namazi, sladoled, smeše za sladoled i zamrznuti deserti.

Prema Pravilniku o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura („Sl. glasnik RS“, br. 33/2010, 69/2010, 43/2013 - dr. pravilnik i 34/2014), u proizvode od mleka spadaju:

- termički obrađeno mleko: pasterizovano mleko i sterilizovano mleko;
- fermentisani proizvodi od mleka;
- pavlaka;
- maslac;
- maslo;
- anhidrovana mlečna mast;
- mlaćenica;
- kajmak (skorup);
- sirevi i proizvodi od sira;
- kondenzovano mleko;
- mleko u prahu i drugi sušeni proizvodi od mleka;
- surutka;
- mlečni namaz;
- mlečni napici i mlečni deserti;
- zamrznuti dezerti;
- kazein i kazeinati;
- koprecipitati i
- sušeni proizvodi od mleka.

2.1. TERMIČKI OBRAĐENO MLEKO - PASTERIZOVANO I STERILIZOVANO MLEKO

Termički obrađeno mleko (kravlje, ovčije, kozje i bivolje) namenjeno za ishranu ljudi proizvodi se i stavlja u promet kao:

- pasterizovano mleko i
- sterilizovano mleko – mleko obrađeno ultravisokom temperaturom (UHT mleko).

Postupak pasterizacije mleka predstavlja termičku obradu mleka pri različitim temperaturama i u različitom vremenskom intervalu, sa osnovnim ciljem da se unište prisutni patogeni mikroorganizmi koji se mogu nalaziti u sirovom mleku. U zavisnosti od režima termičke obrade, razlikuje se sledeće vrste pasterizacije mleka:

- pasterizacija koja se izvodi pri visokoj temperaturi uz kratko vreme trajanja (najmanje 72 °C u trajanju od 15 sekundi) (*High Temperature Short Time* – HTST);
- pasterizacija koja se izvodi pri nižoj temperaturi uz duže vreme trajanja (najmanje 63 °C u trajanju od 30 minuta) (*Low Temparture Long Time* – LTLT);
- pasterizacija koja se izvodi pri bilo kojoj drugoj kombinaciji temperature i vremena, ali koja daje isti efekat (na primer, najmanje 88 °C u trajanju od jedne sekunde (*High Heat Short Time* – HHST)).

Postupkom pasterizacije uništava se čak 95–99% bakterija (patogenih i nepatogenih). Samim tim, pasterizacija smanjuje mogućnost pojave bolesti prenosivih hranom i produžava rok trajanja mleka. Takođe, prilikom pasterizacije mleka ne dolazi u velikoj meri do razgradnje vitamina i denaturacije proteina, pa je hranljiva vrednost pasterizovanog mleka u većoj meri očuvana. Naravno, budući da preostala mikroflora može dovesti do kvarenja, pasterizovano mleko se čuva pri temperaturama frižidera

Postupak sterilizacije podrazumeva izlaganje mleka ultravisokoj temperaturi (*Ultra High Temperature* - UHT) koja iznosi najmanje 135 °C, u trajanju od dve do četiri sekunde. Zahvaljujući izuzetno visokoj temperaturi, u sterilizovanom mleku nema preživelih mikroorganizama i spora. Sterilizacija u kombinaciji sa sterilnom opremom i pakovanjem u sterilnu ambalažu u aseptičnim uslovima omogućava da se proizvod čuva u dužem vremenskom periodu na sobnoj temperaturi.

Nedostatak sterilizacije mleka jeste u tome što prilikom izlaganja mleka ultra-visokim temperaturama dolazi do promene primarnog sastava mleka, odnosno dolazi do gubitka hranljivih materija mleka. Da bi se taj nedostatak ublažio, često se prilikom proizvodnje sterilizovanog mleka primenjuje fortifikacija (obogaćivanje) mleka. Fortifikacija je dodavanje nekog od prirodnih hranljivih sastojaka u količini koja treba da bude ista ili različita od količine tih hranljivih materija u mleku pre termičke obrade. Tako na primer, mleko sa malo masnoće (obrano mleko) mora da se obogati vitaminima A i D, budući da je reč o vitaminima rastvorljivim u mastima kojih u obranom mleku nema ili ih ima vrlo malo.

Prema sadržaju masti u termički obrađenom mleku, ono se stavlja u promet kao:

- **punomasno mleko** - sadrži najmanje 3,50% mlečne masti;
- **delimično obrano mleko** - sadrži najmanje 1,50%, a najviše 1,80% mlečne masti;
- **obrano mleko** - sadrži najviše 0,50% mlečne masti.

2.2. KONCENTROVANI PROIZVODI OD MLEKA

Koncentrovane proizvode od mleka karakteriše to što im se u procesu proizvodnje delimično (ili u većoj meri) oduzima voda, odnosno smanjuje im se aktivnost vode i tako produžava rok trajanja. Oduzimanje vode izvodi se evaporisanjem, koncentrovanjem ili sušenjem, pri čemu se dobija zgusnuto, kondenzovano ili mleko u prahu. Jedan od zahteva prilikom koncentrovanja mleka jeste da se prilikom rekonstituisanja (ponovnog dodavanja vode) proizvod ne razlikuje od polazne sirovine, ili da se što manje od nje razlikuje.

Zgusnuto mleko je proizvod od mleka koji se dobija postupkom delimičnog isparavanja (evaporisanja) vode iz mleka (u vakuumu ili pri niskim temperaturama). Zgusnuto mleko može biti sa ili bez dodatka šećera. Zgusnuto nezaslađeno mleko sadrži najmanje 7,5% mlečne masti i najčešće se pakuje u limenke. Primer ovog mlečnog proizvoda su male porcije zgusnutog mleka za kafu. Zgusnuto zaslađeno mleko je veoma slatko (sadrži najmanje 40 % šećera).

Kondenzovano mleko je viskozna lepljiva tečnost. Po konzistencije je slično među i najčešće se pakuje u tube i limenke.

Mleko u prahu je koncentrovan proizvod od mleka kojem je u najvećem stepenu uklonjena voda. Dobija se uparavanjem, homogenizacijom i sušenjem mleka. Sadržaj vode iznosi svega od 4 do 6%. Punomasno mleko u prahu sadrži najmanje 25% mlečne masti, a polumasno najmanje 12,5% mlečne masti. Zbog niske aktivnosti vode u ovom mleku, važno je da se ono pakuje u ambalaže nepropusne za vlagu i skladišti u prostoru sa niskom vlažnošću vazduha. U protivnom, može doći do promena u samom sastavu mleka u prahu.

2.3. FERMENTISANI PROIZVODI OD MLEKA

Fermentisani proizvodi od mleka dobijaju se mlečnokiselinskom fermentacijom mlečnog šećera laktoze. Mlečna kiselina koja pri tome nastaje dovodi do povećanja kiselosti ovih proizvoda i do delimične koagulacije belančevina (kazeina). Proces mlečnokiselinske fermentacije laktoze u mlečnu kiselinu odvija se delovanjem enzima bakterija mlečne kiseline, pri čemu nastaju brojni međuproizvodi i energija.

Mlečna kiselina kao glavni proizvod fermentacije utiče pre svega na formiranje sveže-kiselog osvežavajućeg ukusa fermentisanih proizvoda. Nakupljena mlečna kiselina uzrokuje pad pH vrednosti sredine (sredina je kiselija), stvarajući time nepodobne uslove za razvoj mikroorganizama (biološka metoda konzervisanja hrane).

Kako se skoro svi proizvodi od mleka (izuzeci su neke vrste tradicionalnih sireva) proizvode od pasterizovanog mleka, razumljivo je da se kombinacijom više metoda konzervisanja hrane postiže duža održivost proizvoda. Razlog zašto fermentisani proizvodi od mleka kao što su jogurt i kiselo mleko imaju duži rok trajanja u odnosu na pasterizovano mleko upravo je to što se u procesu proizvodnje kombinuju dve metode konzervisanja – fizička i biološka.

Mlečna kiselina nastala u procesu fermentacije dovodi do toga da promenjena pH vrednost sredine bude približna izoelektričnoj tački kazeina (pH 4,6) pri kojoj oni koagulišu. Zahvaljujući tome, fermentisani proizvodi od mleka imaju karakterističnu konzistenciju. Upravo zbog te promene na kazeinu koja nastaje zbog promene pH sredine, jogurt i kiselo mleko su gušći od sirovog mleka.

Fermentisani proizvodi od mleka razlikuju se po:

- korišćenim sirovinama u procesu proizvodnje (punomasno ili obrano mleko, ovčje ili kravlje mleko i dr.);
- korisnim mikroorganizmima (starter kulturama) koje se koriste za proizvodnju kiselog mleka, kefira, jogurta i dr. i
- korišćenim dodacima u procesu proizvodnje (voćni jogurt, aromatizovano kiselo mleko i dr.).

Fermentisani proizvodi od mleka proizvode se i stavljaju u promet kao:

- jogurt;
- kiselo mleko;
- fermentisani proizvodi od mleka sa probiotskim bakterijama;
- kefir i
- ostali fermentisani proizvodi od mleka.

U procesu proizvodnje fermentisanih proizvoda koriste se korisni mikroorganizmi – tzv. starter kulture. Starter kultura (starter) je mikrobiološki preparat koji sadrži veliki broj ćelija najmanje jedne vrste mikroorganizama (to su najčešće bakterije mlečne kiseline). Kao što im samo ime kaže, starteri iniciraju („startuju”) proizvodnju mlečne kiseline, što je njihova primarna uloga. Na osnovu toga koja vrsta mikroorganizama je zaslužna za njihovo dejstvo, starter kulture se dele na:

- mezofilne starter kulture, sa optimalnom temperaturom rasta od oko 30 °C i
- termofilne starter kulture, sa optimalnom temperaturom rasta od oko 40 °C.

Pri proizvodnji fermentisanih proizvoda od mleka neophodno je da se stvore optimalni uslovi za razvoj starter kulture. To se postiže termičkom obradom mleka (pasterizacijom) kojom se uništavaju mikroorganizmi prisutni u svežem mleku. Ukoliko bi se oni u mleku našli u većem broju, mogli bi da osujete razvoj starter kultura (usled kompeticija za supstrat). Kada se postigne željeni kvalitet fermentisanog proizvoda (ukus, miris, konzistencija, kiselost i dr.) fermentacija se zaustavlja tako što se fermentisano mleko brzo ohladi.

Šta bi se desilo da su starter kulture psihrofilni mikroorganizmi?

Ukoliko bi starter kulture bile psihrofilni mikroorganizmi, proces fermentacije nikada ne bi mogao da se zaustavi hlađenjem mleka, već bi fermentacija pod dejstvom startera nastavila da se odvija, čime bi se dobio proizvod nepoželjnih karakteristika i sa znacima kvarenja. To je ujedno i odgovor na pitanje, zašto mlečne proizvode kao što su jogurt i kiselo mleko moramo čuvati pri temperaturi frižidera.

Jogurt se proizvodi fermentacijom pasterizovanog mleka u prisustvu bakterija mlečne kiseline, delovanjem simbiotske¹⁹ (jogurtne) starter kulture *Streptococcus thermophilus* i *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*.

Jogurt se na jednostavan način može pripremiti u domaćinstvu. Potrebno je mleko zagrejati na 40-42 °C, dodati malo jogurta (na 2 l mleka dovoljno je 1 dl jogurta), dobro izmešati i ostaviti poklopljeno na toplom mestu 2-3 sata. Nakon toga treba ga staviti u frižider.

Kiselo mleko je proizvod dobijen mlečnokiselinskom fermentacijom mleka termofilnim ili mezofilnim bakterijama mlečne kiseline.

Razlika između kiselog mleka i jogurta u pogledu njihove konzistencije (jogurt je tečniji u odnosu na kiselo mleko) potiče od razlike u procesu proizvodnje. Fermentacija mleka u cilju dobijanja kiselog mleka odvija se u sudovima za prodaju (plastična ambalaža), i po završetku procesa fermentacije proizvod odlazi na hlađenje, a zatim u prodaju. Fermentacija mleka u cilju dobijanja jogurta odvija se u sudovima (takozvanim duplikatorima). Po završetku procesa fermentacije, fermentisana masa se hladi uz mešanje, odnosno razbijanje, sve dok se ne dobije željena (tečnija) konzistencija. Nakon toga proizvod (jogurt) se razliva u ambalažu za prodaju.

¹⁹ Uzajamni odnos različitih mikroorganizama od kojeg svi imaju koristi.

Kefir je proizvod dobijen kombinacijom mlečnokiselinske i alkoholne fermentacije pasterizovanog mleka, delovanjem mezofilnih i termofilnih bakterija mlečne kiseline i određenih sojeva kvasca. Prilikom fermentacije nastaju i male količine alkohola (oko 1%) koje kefiru daju karakterističan ukus i ugljen-dioksida koji mu daje penušavost.

Fermentisani proizvodi od mleka sa probiotskim bakterijama su proizvodi dobijeni fermentacijom mleka delovanjem probiotskih bakterija ili kombinacijom probiotskih bakterija sa drugim bakterijama mlečne kiseline.

Probiotici su živi i korisni mikroorganizmi (bakterije mlečne kiseline i kvasci) koji naseljavaju intestinalni (crevni) trakt i svojom aktivnošću doprinose zdravlju ljudi, naročito u onim situacijama kada je narušena ravnoteža crevne flore (u slučaju akutne dijareje, na primer).

Prebiotici su dijetetska vlakna (ugljeni hidrati) koja omogućavaju rast korisne bakterijske flore u crevima (bakterije se hrane ovim prebiotskim vlaknima). Prebiotici koji se koriste u modernoj industriji hrane su: inulin, oligofruktoza, riboza, tagatoza, pektin, gume itd.

Kada se u formulaciji nekog preparata kombinuju probiotik i prebiotik, takav preparat se naziva **sinbiotik**.

Voćni jogurt ili kiselo mleko sa dodatkom voća, osim odgovarajućeg voća i fermentisanog mlečnog proizvoda, sadrži još i šećer, sredstva za poboljšanje konzistencije (gustine), arome i prirodne boje za postizanje željenog mirisa i ukusa (aditiv karagenan).

Acidofilno mleko se proizvodi od sterilizovanog mleka uz dodatak i delovanje bakterije *Lactobacillus acidophilus* i po ukusu dosta podseća na jogurt.

Ima ljudi kojima nedostaje enzim laktaza. To je enzim koji u digestivnom traktu razlaže laktozu. Ti ljudi ne mogu da koriste normalno mleko, jer se ono neće razgraditi u njihovom digestivnom traktu. Međutim, oni mogu da konzumiraju fermentisane proizvode od mleka, jer je u njima laktoza već delimično razgrađena.

Mlaćenica (*Buttermilk*) je tečnost koje ostaje nakon mlaćenja, odnosno izrade maslaca. Ukus joj je sličan ukusu jogurtu, a manje je gusta od pavlake. Siromašna je vitaminima rastvorljivim u mastima (A, D, E i K), jer oni ostaju u maslacu. Bogata je proteinima, mineralnim materijama i laktozom. Sadrži oko 0,8% mlečne kiseline te se ubraja u fermentisani proizvod. Nekada se koristila u proizvodnji hrane za bebe, a danas se retko koristi u ishrani ljudi. U pojedinim regionima, na primer u Americi, koristi se za mariniranje mesa. Za to je pogodna mlaćenica koja se dobija od kisele pavlake, jer sadrži izvesnu količinu mlečne kiseline.

Iako u bukvalnom prevodu sa engleskog jezika reč mlaćenica znači „mleko maslaca“, to bi apsolutno bio pogrešan naziv za ovaj proizvod. Naime, mlaćenica ima veoma nizak sadržaj masti (sva mast je u maslacu), i adekvatniji naziv za nju bio bi „mleko sa niskim sadržajem masti“. Mlaćenica se razlikuje od mleka koje ima nizak sadržaj masnoće po tome što ima drugačiju teksturu, ali i fosfolipide i proteine koji potiču iz membrane masnih ćelija.

2.4. PROIZVODI SA POVEĆANIM SADRŽAJEM MASTI

U grupu proizvoda od mleka sa povećanim sadržajem masti ubrajaju se:

- pavlaka;
- maslac i maslac od surutke;
- maslac sa smanjenim sadržajem masti;
- mlaćenica i mlaćenica u prahu;
- maslo;
- anhidrovana mlečna mast i
- kajmak.

Pavlaka je mlečni proizvod koji se proizvodi izdvajanjem masti iz kravljeg, ovčijeg, kozjeg ili bivoljeg mleka, uz prethodnu termičku obradu.

Sadržaj masti u pavlaci ne sme biti manji od 10%. Pavlake uglavnom sadrže između 12 i 40% mlečne masti. Pavlaka može biti kisela i slatka. Kisele pavlake imaju manje mlečne masti (12-25%) nego slatke (od 20-40%).

Kisela pavlaka se dobija fermentacijom pasterizovane slatke pavlake čistim kulturama bakterija mlečne kiseline, dok je slatka pavlaka zapravo obična pavlaka koja se dobija bez prethodne fermentacije. Pavlaka može da služi i kao sirovina za dobijanja maslaca i sladoleda.

Maslac (puter) je koncentrat mlečne masti sa najmanje 80% masti i 0,5 do 0,9% proteina. Prema sirovini iz koje se dobijaju, razlikuju se dve vrste maslaca - maslac iz slatke pavlake i maslac iz kisele (fermentisane) pavlake. Maslac može biti soljen ili nesoljen. Proizvodnja maslaca odvija se u dve faze:

- proizvodnja pavlake i
- prerada pavlake u maslac bućkanjem pavlake.

Prerada pavlake u maslac u zanatskim uslovima obavlja se bućkanjem, i to ručno, dok se u modernim uslovima proizvodnje ona obavlja mašinski. Bućkanjem se čestice masti spajaju u veće masne formacije i izdvajaju iz ostatka tečnosti (mlaćenice). Tako nastaje sirovi maslac. Sirovi maslac se ispira vodom, zatim gnječi (da bi se homogenizovao i da bi se istisnuo ostatak tečnosti) i na kraju oblikuje i pakuje. Maslac ima žutu boju koja potiče od beta-karotena.

Maslo je proizvod dobijen topljenjem maslaca, pavlake ili kajmaka iz kojih je izdvojena skoro sva voda i bezmasni suvi ostatak. Maslo mora da sadrži najmanje 98% mlečne masti. Koristi se u ishrani u toplijim krajevima sveta. Jedan od razloga popularnosti ovog proizvoda jeste njegov rok upotrebe. Maslo se može skladištiti na ambijentalnoj temperaturi.

Anhidrovana mlečna mast je proizvod koji se sastoji od čiste mlečne masti (99,8%). Anhidrovana mlečna mast je proizvod dobijen od sveže pavlake ili maslaca i predstavlja koncentrat mlečne masti. U konditorskoj industriji se koristi pri proizvodnji čokolade.

Kajmak ili skorup je proizvod koji se dobija kao masni sloj ili kora koja se odvaja sa kuvanog i ohlađenog mleka. Načinom prerade, a zatim i u toku zrenja, stvara se specifičan proizvod. Proizvodi se od kravljeg, ovčijeg ili mešanog mleka. Osnovne faze proizvodnje kajmaka su:

- mleko se zagreva do ključanja;
- razliva se u posude i kajmači;
- formirana kora se skida, slaže u slojevima u plici sud i soli i
- zrenje kajmaka.

Po svom sastavu, kajmak se nalazi između sira i maslaca.

Prema stepenu zrelosti, kajmak se stavlja u promet kao mladi kajmak (skorup) i kao zreo kajmak (skorup).

Mladi kajmak mora da sadrži najmanje 65% mlečne masti u suvoj materiji. Rok trajanja mu je oko 1 do 2 nedelje. Struktura mladog kajmaka je bliska strukturi pojedinih sireva, a ukus je znatno bliži maslacu nego sirevima. Mladi kajmak se može koristiti u ishrani odmah nakon proizvodnje.

Zreo kajmak mora da sadrži najmanje 75% mlečne masti u suvoj materiji. Zrenje kajmaka koje se odvija pri temperaturi od 15 do 18 °C traje jedan ili više meseci, a ako je proces zrenja pravilno izveden, rok trajanja proizvoda može biti šest meseci, pa i duže.

U toku zrenja kajmaka nastaje veliki broj isparljivih jedinjenja zbog kojih nastaje oštar i veoma intenzivan i specifičan ukus i miris zrelog kajmaka. Aroma zrelog kajmaka podseća na pojedine sireve dugog perioda zrenja, dok je tekstura zrelog kajmaka približnija teksturi maslaca. Zreo kajmak se čuva pod istim uslovima kao i sirevi.

U industrijskoj proizvodnji zrelog kajmaka koristi se tačno definisana starter kultura (bakterije mlečne kiseline). U zrenju tradicionalno proizvedenog kajmaka učestvuju mikroflora iz okruženja čije poreklo nije kontrolisano.

2.5. SIR

Sirevi su veoma važna namirnica u ishrani čoveka. Skoro svi korisni sastojci mleka nalaze se u siru po završenom postupku proizvodnje. Sir je proizvod od mleka koji se dobija mlečnokiselinskom fermentacijom, ili dodatkom sirila. Postupak dobijanja sira ukratko se može opisati kao proces u toku kojeg dolazi do stvaranja gruš (koagulacija kazeina), pri čemu se izdvaja surutka i u njoj rastvoreni sastojci mleka (proteini – albumini i globulini iz mleka). Postupkom soljenja, presovanja i zrenja, uz različite načine obrade, dobijaju se različite vrste sira specifičnih senzorskih osobina.

2.5.1. Proizvodnja sira

Sirevi su sveži proizvodi ili proizvodi sa različitim stepenom zrelosti. Nastaju koagulacijom mleka, obranog mleka, delimično obranog mleka, pavlake, surutke, surutkine pavlake, mlaćenice, ili bilo koje kombinacije naznačenih sirovina.

Proces proizvodnje sira odvija se u nekoliko faza. To su:

- odabiranje mleka;
- termička obrada mleka;
- koagulacija mleka;
- obrade gruš (koagulum);
- formiranje sira;
- soljenje i
- zrenje.

1. Faza odabiranja mleka podrazumeva da se za proizvodnju sira odabere mleko visokog kvaliteta, jer se kvalitetan sir može dobiti samo od kvalitetnog mleka.

2. Termička obrada. U industrijskoj proizvodnji sira mleko se termički obrađuje postupkom pasterizacije. Temperatura i vreme termičke obrade razlikuju se u zavisnosti od vrste sira koji se pravi. Tako na primer, mleko koje se koristi u proizvodnji polutvrdih sireva zagreva se pri temperaturi od 72 °C u trajanju od 20 sekundi, a pri proizvodnji mekih sireva na temperaturi iznad 80 °C u trajanju od nekoliko minuta. Mleko se može podvrgavati i višim temperaturama (85 do 95 °C) i duže vreme (5 do 10 minuta) samo za proizvodnju svežeg mekog sira, jer je tada poželjna nežnija konzistencija.

U pojedinim slučajevima, kada se radi o proizvodnji tradicionalnih vrsta sireva, kao što su *emmental* i *parmesan*, može se upotrebiti sirovo mleko (kao npr. u Švajcarskoj), ali mleko mora biti pod strogom mikrobiološkom kontrolom i proizvedeno pod visoko kvalitetnim higijenskim uslovima.

3. Faza koagulacije, odnosno faza formiranja gruša (sirenje mleka) jeste najvažnija faza u procesu dobijanja sira. Koagulacija mleka i stvaranje gruša je fizičko-hemijska modifikacija koja se odvija na micelama kazeina, pri čemu kazein prelazi u koagulum, odnosno u grušu (mleko se usiri). Ova promena odvija se ili pod uticajem proteolitičkih enzima (sirila) i/ili pod uticajem mlečne kiseline i drugih organskih kiselina (sirćetne, limunske...) koje menjaju pH vrednost mleka.

Kada se u cilju formiranja gruša dodaju proteolitički enzimi (koagulant, sirila), dolazi do koagulacije kazeina, pri čemu nastaje tzv. *slatki gruša*. Pod dejstvom ovih enzima dolazi do odvajanja kapa kazeina od ostatka micle kazeina. Kako je, što je već pomenuto, kapa kazein odgovoran za stabilnost micle, razumljivo je da njegovim odvajanjem dolazi do gubitka stabilnosti celokupne kazeinske micle i samim tim do stvaranja koaguluma, odnosno gruša.

Koagulant, odnosno sirila mogu biti životinjskog, biljnog ili mikrobiološkog porekla. Sirila koja se najčešće koriste su enzimi životinjskog porekla, sirišni enzim, himozin. Himozin se dobija iz želudca mladih preživara (teladi). Himozin je proteolitički enzim (razlaže proteine) i njegova biološka funkcija u želudcu teladi jeste koagulacija kazeina iz mleka, odnosno mogućnost varenja mleka. Kao sirila koriste se i proteaze (enzimi) poreklom iz plesni (*Rhizomucor miehei*), ali i rekombinovani himozin dobijen genetičkim inženjeringom. U proizvodnji nekih sireva koriste se i proteolitički enzimi poreklom iz biljaka (papain iz papaje i ficin iz smokve).

Koagulum može nastati i delovanjem kiselina koje se ili dodaju mleku, ili ih stvaraju bakterije mlečne kiseline. U oba slučaja dolazi do kišljenja mleka zato što se pH mleka približava izoelektričnoj tački kazeina pri kojoj nastaje njegova koagulacija, odnosno formiranje gruša (koaguluma) – tzv. *kiselog gruša*.

Izdvojeni gruš sadrži kazein, mlečnu mast (u različitim koncentracijama), vitamine rastvorljive u mastima, mineralne materije (kalcijum, fosfor, natrijum). U grušu ima i surutke u kojoj se nalaze vitamini rastvorljivi u vodi. Većina sireva ne sadrži laktozu, jer ona fermentiše (razlaže se) tokom zrenja sireva.

Dobijeni gruš (kiseli ili slatki) odvaja se od tečne supstance (surutke) ceđenjem ili presovanjem i ide dalje na tehnološku obradu i zrenje.

4. Obrada koaguluma (gruša) je faza u procesu proizvodnje sira tokom koje se odstranjuje surutka. Sinerezis ili sinereza je postupak kojim se, nakon formiranja gruša, komponente surutke istiskuju iz mleka. To se postiže sečenjem, mešanjem i sušenjem gruša i odlivanjem surutke. Cilj svih ovih postupaka jeste povećavanje stepena odlivanja surutke, ali i formiranje određenih osobina karakterističnih za pojedine vrste sireva. U tehnološkom smislu, faza odlivanje surutke predstavlja razdvajanja tečne komponente, odnosno surutke i čvrste komponente, odnosno gruša (grude).

5. Formiranje sira obuhvata kalupljenje i presovanje sira. *Kalupljenje sira* izvodi se u odgovarajućim kalupima, zavisno od tipa kao i oblika i veličine sira. Kalupi mekih sireva uglavnom su manjih dimenzija, dok su kalupi tvrdih i zrelijih sirevi većih dimenzija. *Presovanje sira* izvodi se da bi se postigao željeni sadržaj vode u siru. Presovanje mekih sireva izvodi se pod dejstvom sopstvene mase, dok se presovanje tvrdih sireva izvodi pod određenim spoljašnjim opterećenjem.

6. Soljenje sira izvodi se kuhinjskom solju. Svrha soljenja pre svega je postizanja konzervišućeg efekta i karakterističnog ukusa, ali i usmeravanje određenih složenih biohemijskih i mikrobioloških reakcija u toku procesa zrenja. Soljenje se može vršiti suvim ili vlažnim postupkom.

7. Zrenje sira odvija se u prostorijama sa odgovarajućim ambijentalnim uslovima (temperatura, vlažnost vazduha). Može se reći da se u svim fazama proizvodnje sireva utiče na hemijski sastav proizvoda, ali se u toku faze zrenja formiraju karakteristične senzorske osobine sira. Za neke sireve je karakteristično da su promene u toku zrenja minimalne (na primer, kod sira mocarela), dok su kod nekih sireva te promene vrlo intenzivne (sirevi sa plavim plesnima). Trajanje zrenja takođe zavisi od vrste sira. Mekši sirevi zru pri nižim temperaturama i kraće vreme, dok tvrdi sirevi zru pri višim temperaturama i zrenje znatno duže traje - od dve nedelje pa i do dve godine.

Tokom zrenja u siru se odvijaju različite reakcije koje se karakterišu razgradnjom laktoze, aminokiselina i masnih kiselina. U tim reakcijama nastaju produkti razgradnje koji utiču na formiranje senzorskih osobina sireva.

2.6. KLASIFIKACIJA SIREVA

Smatra se da u svetu postoji oko dve hiljade vrsta sireva. Klasifikuju se na osnovu različitih osobina. Tako na primer, u zavisnosti od vrsta mleka koje je upotrebljeno za proizvodnju sira, sir može biti kravljji, ovčiji ili kozji. Zatim, u zavisnosti od načina sirenja, odnosno stvaranja gruša, sir može biti slatki ili kiseli. Tekstura sira i nutritivna vrednost sira zavise od količine vode i mlečne masti u siru, dok specifične senzorske osobine pojedinih sirova mogu zavisti od načina obrade, dužine zrenja i slično.

2.6.1. Podela sireva prema vrsti mleka

U zavisnosti od vrste životinja od koje je dobijeno mleko upotrebljeno za proizvodnju sira, sirevi mogu biti:

- sirevi dobijeni od mleka jedne vrste životinja (kravljji, ovčiji, kozji) i
- sirevi dobijeni od mešavine kravljjeg mleka i mleka neke druge životinje.

2.6.2. Podela sireva prema tehnologiji proizvodnje

Prema načinu grušanja mleka, sirevi mogu biti:

- sirišni ili slatki sirevi (sirišnokoagulišući ili slatkokoagulišući sirevi) i
- kiselinski sirevi (kiselokoagulišući, toplotnokoagulišući sirevi).

Sirišni ili slatki sirevi nastaju dejstvom proteolitičkih enzima (sirila) koji dovode do koagulacije kazeina, pri čemu nastaje tzv. slatki gruš. Slatki sirevi su najznačajnija i najveća grupu sireva. Njoj pripada preko 80% sireva u svetu. Slatki sirevi mogu biti meki, polutvrđi i tvrdi.

Kiselinski sirevi su sveži meki sirevi koji nastaju delovanjem kiseline koja dovodi do kišljenja mleka. Kiseline mogu nastati pod uticajem starter kulture bakterija mlečne kiseline, ili usled dodavanja kiselina, kada zbog promene pH vrednosti dolazi do koagulacija kazeina. Skoro svi sveži sirevi nastaju na ovaj način (npr. švapski sir).

2.6.3. Podela sireva prema sastavu proteina

Prema sastavu proteina, sirevi se mogu podeliti na:

- **kazeinske** (sirevi od mleka);
- **albuminske** (sirevi od surutke) i
- **kazeinsko-albuminske** (dobijaju se u procesima ultrafiltracije mleka ili visokom termičkom obradom mleka). Primeri ove vrste sireva su urda i rikota.

2.6.4. Podela sireva na osnovu procenta masti u suvoj materiji

Na osnovu sadržaja masti u suvoj materiji sira, sirevi se dele na:

- **Ekstra masne** (sadrže najmanje 55% mlečne masti);
- **Punomasne** (sadrže najmanje 50% mlečne masti);
- **Masne** (sadrže najmanje 45% mlečne masti);
- **Tričtvrtn masne** (sadrže najmanje 35% mlečne masti);
- **Polumasne** (sadrže najmanje 25% mlečne masti);
- **Četvrt masne** (sadrže najmanje 15% mlečne masti) i
- **Posne sveže sireve** (sadrže manje od 15% mlečne masti).

2.6.5. Podela sireva na osnovu učešća vode u siru

U zavisnosti od procenta vode u bezmasnoj suvoj materiji u siru, sirevi imaju različitu čvrstinu i konzistenciju. Na osnovu tih svojstava, razlikuju se sledeće vrste sireva:

- **ekstratvrđi sirevi** - imaju manje od 51% vode u bezmasnoj suvoj materiji. Njihov minimalni period zrenja je šest meseci. Predstavnici ove vrste sireva su: *parmezan, grijer, romano zbrinc, pecorino, grana*;
- **tvrdi sirevi** - imaju od 49 do 56% vode u bezmasnoj suvoj materiji. Njihov minimalni period zrenja je pet nedelja. Predstavnici ove vrste sireva su: *ementaler, grojer, kačkavalj, čedar, provalone*;
- **polutvrđi sirevi** - imaju od 54 do 69% vode u bezmasnoj suvoj materiji, a period zrenja im je najmanje 40 dana. Predstavnici ove vrste sireva su: *gauda, edamer i trapist* i
- **meki sirevi** - imaju više od 67% vode u bezmasnoj suvoj materiji. Minimalni period zrenja im je 7 dana. Najznačajniji predstavnici ove vrste sireva su: *sirevi sa plesnima, sirevi u salamuri i sirevi sa mažom*.

2.6.6. Podela sireva na osnovu karaktera zrenja

U zavisnosti od toga da li je procesom proizvodnje sira predviđen period zrenja, sirevi mogu biti:

- **sirevi sa zrenjem** - sirevi sa plesnima, sirevi u salamuri, sirevi sa površinskom mažom i
- **sirevi bez zrenja** - sveži sirevi i sveži sirevi parenog testa. Sirevi bez zrenja su sirevi koji se mogu koristiti u ishrani neposredno posle proizvodnje. Sveži sirevi se dobijaju najčešće kiselom ili termičkom koagulacijom mleka ili surutke i/ili delovanjem starter kultura. Od sireva ove vrste koji se koriste u ishrani ljudi našim krajevima najznačajniji su: *rikota*, *sremski sir*, *mocarela*, *švapski sir*, *kremasti sveži sir*. Poznati kermasti sveži sir u Nemačkoj je *quark*, a u Francuskoj *gervais*. *Cottage* je zrnasti sveži, posni sir, koji je preliven kremastom mešavinom, uz razne dodatke, a potiče iz Sjedinjenih Američkih Država.

2.6.7. Karakteristike pojedinih vrsta sireva

S obzirom na to da postoji izuzetno veliki broj vrsta sireva, ovde će biti navedene karakteristike samo nekih od njih.

Ekstratvrde sireve karakteriše vrlo dugo zrenje i to su sirevi uglavnom napravljeni od kravljeg mleka. Parmezan (*parmesan*) je ekstratvrđi masni sir koji se pravi od kravljeg ili kozjeg mleka i čije sazrevanje traje čak 2-3 godine. Ovaj sir uglavnom se koristi kao rendani sir i jedan je od najpopularnijih italijanskih sireva u svetu.

Predstavnici **tvrdih sireva** su: čedar, ementaler i grojer (grijer) .

Čedar (cheddar) je sir koji potiče iz Velike Britanije. Karakteriše ga žuta boja i oštar ukus.

Ementaler (emmentaler) je sir poreklom je iz Švajcarske. Proizvede se od kravljeg mleka. Prepoznatljiv je po svom izgledu, jer ima na sebi rupe koje nastaju od oslobađanja ugljen-dioksida u toku propionske fermentacije. Kolutovi ovog sira mogu imati masu i do 100 kg.

Grojer, grijer (gruyere) je švajcarski sir koji se pravi od nepasterizovanog kravljeg mleka. Karakteristične je arome.

Polutvrđi sirevi imaju glatku teksturu, elastični su, imaju manje rupice, poseduju blagu do jaču aromu i duže trajanje zrenja. Predstavnici polutvrđih sireva su: *gauda*, *edamer* i *trapist*. Edamer i gauda proizvode se slično kao i trapist i od njega se donekle razlikuju po boji i konzistenciji i nešto su blažeg ukusa.

Gauda (gouda) potiče iz Holandije. Pravi se od neobranog ili poluobranog kravljeg mleka. Karakteriše je intenzivna žuta boja. Ima jedinstven ukus koji podseća na orahe.

Edamer (edammer) je uz gaudu najpoznatiji holandski sir. U Holandiji se edamer proizvodi u obliku lopte, dok se edamer proizveden za izvoz uvija u crveni ili žuti parafin.

Trapist je sir poreklom iz Francuske. Ime je dobio po monasima iz reda Trapisti koji su počeli da ga prave. Proizvodi se od kravljeg pasterizovanog mleka; glatke je i tanke kore i bleđožute boje, sa pravilno raspoređenim šupljinama veličine graška.

Najznačajniji predstavnici **mekih sireva su**: sirevi sa plesnima, sirevi u salamuri i sirevi sa mažom.

Meki sirevi sa plemenitim plesnima proizvode se tako što se plesni ubacuju u unutrašnjost sira u toku procesa proizvodnje, ali se vremenom rasporede po celoj površini sira. Kada se sir umota u foliju, plesan nastavlja da se razvija u sredini sira do krajnje potrošnje. Najpoznatiji sirevi ove vrste su: *rokfor*, *gorgonzola*, *kamember* i *bri*.

Rokfor (roquefort) je meki sir koji se pravi od ovčijeg mleka; potiče iz Francuske i sadrži plavu plesan. To je pikantno slani kremasti sir i jedan je od najpoznatijih na svetu, a nazivaju ga i "kraljem sireva".

Gorgonzola potiče iz Italije (Lombardija). Sadrži plavozelenkasto plesan i izrazitijeg je ukusa i mirisa nego rokfor. Može da se pravi od kravljeg, kozjeg ili ovčijeg mleka. U njega se dodaju plesni *Penicillium glaucum* koje mu daju specifičnu plavkastu boju i specifičan ukus.

Kamamber (camembert) je sir koji potiče iz Francuske. To je meki punomasni sir koji ima belu plesan (*Penicillium vrste*) po površini. Ova plesan stvara koru koja je čvršća, dok se u unutrašnjosti nalazi meko testo sira. Karakteriše ga intenzivan ukus.

Bri (brie) jedan je od najpoznatijih francuskih sireva. To je mekan sir bele boje koji se proizvodi od kravljeg mleka. U zavisnosti od perioda zrenja, spoljašnja strana je bela ili tamnožuta.

Meki sirevi sa izrazitim mirisom su sirevi koji se dobijaju tako što se tokom sazrevanja na površini razvija sluz od određene vrste mikroorganizama.

Sirevi u salamuri (zrenje u salamuri) su sirevi rezani u kriške i zaliveni salamurom (slani vodeni rastvor). Ovi sirevi imaju slan ukus i blagu do vrlo pikantnu aromu. Predstavnici ove vrste sireva su *feta* (Grčka), *domiaati* (Egipat), *halloumi* (Kipar), *beli sir u kriškama* (Srbija), *travnički sir* (Bosna i Hercegovina), *beli sir* (Severna Makedonija).

Feta je meki sir koji se proizvodi od ovčijeg ili mešanog (ovčijeg i kozijeg) mleka. Poznat je još i pod nazivom slani sir. Vodi poreklo iz Grčke, a pravi se tako što se sir soli i potapa u surutku u kojoj ostaje nekoliko meseci. Odlikuje ga intenzivna bela boja; ima prepoznatljiv miris i blag slani ukus. Pošto ima zaštićeno geografsko poreklo, sir pod imenom Feta sme da se stavlja u promet samo ukoliko je proizveden u Grčkoj.

U našoj zemlji predstavnici sirova u salamuri su: *somborski sir*, *sjenički*, *šarplainski*, *lipski*, *homoljski* i dr.

Meki sirevi sa mažom proizvode se u različitim veličinama i oblicima, a za njih je karakteristično da se u toku kratkog zrenja na površini se obrazuje maža (sluz) crvenkastonarandžaste boje koja nastaje aktivnošću određene grupe mikroorganizama. Karakteristično za ove sireve je to da imaju veoma izražen oštar ukus i miris koji nije prihvatljiv za sve potrošače. Najvažniji predstavnici ove grupe sireva su *limburški sir*, *romadur* i *češki kvargle* i dr. Miris češkog kvargla podseća na znoj, dok miris limburškog sira koji je poreklom iz Belgije podseća na miris staje.

Sveži sirevi, odnosno sirevi bez zrenja su: *kvark*, *kotidž*, *žerve*, *imperijal* i dr.

Kvark (*quark*) potiče iz Nemačke i Austrije. To je meki sir koji sadrži oko 80% vlage i, ukoliko se skladišti u frižideru, održivost mu je od jedne do dve nedelje. Interesantno je da se prilikom njegove proizvodnje gruše stavlja u platnene kese, cedi i samopresuje. U našim krajevima proizvodi se slična varijanta kvarka i to pod nazivom švapski sir. U Sjedinjenim Američkim Državama poznat je pod nazivom „farmer cheese“, a u Poljskoj ga zovu tvarog (twarog).

Kotidž (*cottage*) potiče iz Sjedinjenih Američkih Država i proizvodi se od kravljeg mleka, obično obranog. Gotov sir se meša sa pavlakom u različitom odnosu. Karakteristično za njega je da ima zrnastu strukturu.

Žerve (*gervais*) je poreklom iz Francuske. To je sveži sir, a proizvodi se od punomasnog kravljeg mleka, takođe uz dodatak pavlake.

Imperijal (*carić*) je sveži sir koji se proizvodi se od punomasnog kravljeg mleka, uz dodatak pavlake ili maslaca.

Posebna vrsta sireva su **sirevi parenog testa**. Ovi sirevi se mogu stavljati u promet kao zreli sirevi ili kao sveži sirevi parenog testa. Kačkavalj je primer zrelog sira parenog testa, dok je mocarela primer svežeg sira parenog testa.

Kačkavalj je (polu)tvrdi sir koji se uglavnom dobija od kravljeg ili ovčijeg mleka, ili od mešanog ovčijeg i kravljeg mleka. Period zrenja mu je 6 meseci i u svetu je poznat pod nazivom „balkanski čedar“. Ime kačkavalj je dobio po italijanskom siru „*caciocavallo*“. Kačkavalj se uglavnom proizvodi u krajevima koji se karakterišu toplom i suvom klimom, brdovitim reljefom i razvijenim ovčarstvom. Kačkavalj se proizvodi na jedinstven način koji se razlikuje od načina proizvodnje većine drugih sireva. Izrada kačkavalja se sastoji iz dve faze. Prvo se priprema sveža sirna masa (baskija). Zatim se ta masa potapa u vodu koja ima određenu temperaturu kako bi se proizvela karakteristična rastegljiva plastična masa koja se može oblikovati na različite načine.

Mocarela (mozzarella) je sveži punomasni sir koji vodi poreklo iz Italije. Bele je boje i polutvrde do tvrde teksture. Pravi se od neobranog ili poluobranog kravljeg mleka. Koristi se kao sastojak tradicionalnih italijanskih jela. Najčešće se nalazi u okruglom obliku, a postoje i varijante koje su izrezane na kolutove ili trake.

Sirevi od surutke (albuminski sirevi) su sveži sirevi od ovčije ili ugušćene ultrafiltrirane kravlje surutke. Primeri ove vrste sireva su *urda* iz Rumunije i *rikota* iz Italije.

Sirevi za mazanje ili garnirani sirevi su oni koji se ne podvrgavaju zrenju već im se u procesu proizvodnje dodaju maslac, pavlaka i sl. Imaju dosta vode i mekanu konzistenciju.

Topljeni sirevi se proizvode od jedne ili više vrsta sira, sa ili bez dodataka drugih proizvoda od mleka, i to termičkom obradom sa dodatkom soli za topljenje i emulgovanje. Kao sirovina za njihovu proizvodnju koristi se sirevi različite zrelosti u određenoj smeši. Termičkom obradom te smeše, uz upotrebu soli za topljenje, moguće je očuvati senzorska svojstva sireva za duži period. Održivost topljenih sireva je nekoliko meseci do godinu dana, i to bez potrebe skladištenja u frižideru. Pri označavanju ovih proizvoda, obavezno je da se u nazivu proizvoda navede naziv određenog sira, ako je udeo tog sira najmanje 75%.

2.7. SURUTKA

Surutka (*whey protein*) je tečnost koja nastaje kao sporedan proizvod u proizvodnji sira i kazeina. Zavisno od načina koagulacije mleka, surutka može biti:

- kisela – nastala koagulacijom mleka kiselinom i
- slatka – nastala koagulacijom mleka proteolitičkim enzimima.

Osnovni nedostaci surutke kao sirovine za prehrambenu industriju su laka kvarljivost (zbog velikog sadržaja vode) i nizak sadržaj suve materije. Postupkom sušenja, surutka se može preraditi u surutku u prahu koja ima veću održivost i koristi se u proizvodnji konditora, hleba, peciva, mlečnih i mesni proizvoda, supa, sosova i drugih prehrambenih proizvoda.

Proteini surutke su izuzetno biološki vredni, tako da povećavaju nutritivnu vrednost proizvoda. Zato se ona dodaje različitim proizvodima u cilju njihovog nutritivnog obogaćenja. Surutka sadrži albumine i globuline, laktozu i vitamine rastvorljive u vodi.

Danas je široko rasprostranjeno korišćenje surutke kao dodatka ishrani, naročito kod sportista i rekreativaca. Na tržištu se nalazi kao koncentrat surutke i kao izolat surutke. Koncentrat surutke sadrži 80% proteina, dok izolat surutke sadrži oko 90% proteina, a samim tim ima manje šećera. To objašnjava zašto je cena izolata viša od cene koncentrata.

Hidrolizolati surutke dobijaju se delimičnim izlaganjem surutke toploti, kiselinama ili enzimima. Pošto u tom slučaju dolazi do razlaganja proteina (kidanje veza između aminokiselina), hidrolizolati surutke se brže apsorbuje nego njeni koncentrati i izolati.

2.8. MLEČNI NAPICI, MLEČNI DESERTI I ZAMRZNUTI DESERTI

Mlečni napici proizvode se od termički obrađenog mleka različitih vrsta životinja, kao i od mešavine mleka, mlaćenice, surutke i dodatih sastojaka.

Mlečni dezerti se proizvode postupkom termičke obrade mleka i/ili surutke i dodatih sastojaka koji posebnim tehnološkim postupkom poprimaju čvrstu, gusto-tečnu i/ili penastu konzistenciju. U procesu proizvodnje mogu se dodavati sredstva za zgrušavanje, arome, šećer, vanila, čokolada, različiti ekstrakti voća i dodaci za ukus.

Sladoled i zamrznuti deserti su proizvodi dobijeni mešanjem i zamrzavanjem smeše otopljenih i emulgovanih sastojaka. Za njihovu proizvodnju koriste se termički obrađene smeše mleka, pavlake i/ili drugih proizvoda od mleka i/ili vode, mlečne i/ili biljne masti, mlečnih i/ili biljnih proteina, šećera i dodatih sastojaka. Nakon mešanja i dodavanja svih sastojaka, smeša se hladi, dodaje joj se vazduh i smeša se oblikuje i zamrzava. Svi proizvodi ove grupe čuvaju se isključivo u rashladnom lancu, pri temperaturi nižoj od -15 °C.

Zamrznuti deserti proizvode se i stavljaju u promet kao:

- krem sladoled;
- mlečni sladoled;
- sladoled;
- zamrznuti voćni desert i
- zamrznuti aromatizovani desert.

2.9. OSTALI PROIZVODI OD MLEKA

U ostale proizvode od mleka ubrajaju se: mlečni namazi, kazein i kazeinatti, koprecipitati i sušeni proizvodi od mleka.

Mlečni namaz je proizvod dobijen posebnim tehnološkim postupkom od mleka i proizvoda od mleka.

Kazein je proizvod dobijen koagulacijom i precipitacijom kazeina iz obranog mleka, delovanjem proteolitičkih enzima, mlečnom fermentacijom i/ili kiselinama.

Kazeinatti su proizvodi dobijeni rastvaranjem kazeina iz obranog mleka.

Koprecipitati su proizvodi dobijeni precipitacijom kazeina i kompleksa kazeina i proteina surutke, uz termički tretman mleka pri temperaturi višoj od 85 °C, pomoću kiseline, pomoću kalcijum hlorida ili pomoću njihove smeše.

Sušeni proizvodi od mleka su proizvodi koji se dobijaju isparavanjem vode iz proizvoda od mleka (sir, jogurt, pavlaka i dr.)

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Koji je sastojak najzastupljeniji u mleku?
- Zašto je mleko lakokvarljiva namirnica?
- Od čega zavisi boja mleka i zašto se razlikuje u odnosu na vrstu životinje od koje je dobijeno?
- Šta utiče na miris ovčjeg i kozjeg mleka?
- Koje vrste fermentacija u mleku su poželjne, a koje nisu?
- Vrste i karakteristike termički obrađenog mleka?
- Koji su to koncentrovani proizvodi od mleka i njihove karakteristike?
- Fermentisani proizvodi od mleka.
- Zašto fermentisani proizvodi od mleka imaju dužu održivost i gušću konzistenciju u odnosu na pasterizovano mleko?
- Koji su to mlečni proizvodi sa povećanim sadržajem masnoće i koji od tih proizvoda ima najviši procenat masnoće?
- Koje su najvažnije faze u procesu proizvodnje sira?
- Zašto dolazi do stvaranja gruša prilikom proizvodnje sireva?
- Šta je sinerezis?
- Koja je razlika između slatkih i kiselinskih sireva?
- Kako se dele sirevi na osnovu sastava proteina?
- Šta je surutka i kako se ona dobija?
- Koja je razlika između koncentrata i izolata surutke?

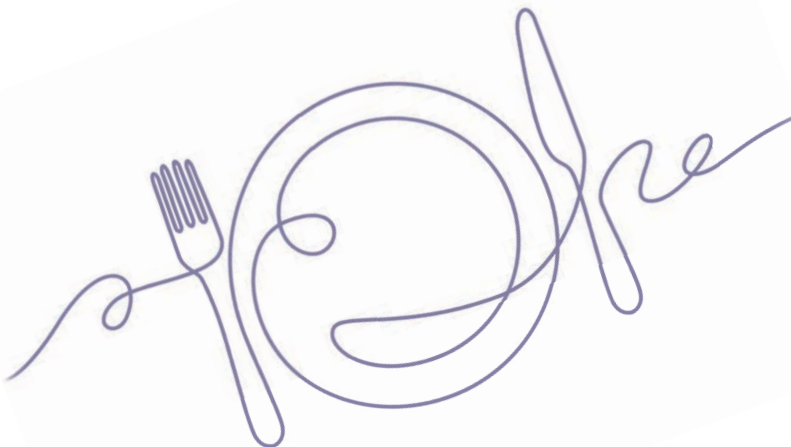
Drugi deo
7. POGLAVLJE

RIBA I PROIZVODI
OD RIBE I
PLODOVI VODA



RIBA I PROIZVODI OD RIBE I PLODOVI VODA

Smatra se da je ribarstvo verovatno prvo svesno ljudsko zanimanje. Čovek je najpre uvideo da do hrane može da dođe loveći ribe golim rukama sporije vrste riba u rekama i plićacima, kao i skupljanjem nasukanih riba na morskim obalama. Nakon toga, počeo je da skuplja školjke po stenama. Nalazi prvih instalacija koje ukazuju na to da je čovek dimio i sušio ribu potiču iz mezolita. Tek znatno kasnije, uzgoj ribe u ribnjacima dobija ekonomski značaj i odlike društvenog prestiža.



1. RIBA

Zbog svoje hranljive vrednosti, riblje meso zauzima značajno mesto u ishrani ljudi, posebno kada je reč o pravilnoj ishrani kao preduslovu za dobar kvalitet života. Ono što ribu kao namirnicu čini posebno privlačnom za potrošača jeste to što je, pored povoljnog sadržaja proteina, minerala i vitamina, meso ribe veoma bogat izvor esencijalnih masnih kiselina koje imaju ulogu u prevenciji brojnih oboljenja. Zbog svih tih karakteristika, riblje meso je jedna od nutritivno najvrednijih namirnica. I, što je veoma važno, meso ribe nije uzrok nijedne zoonoze²⁰ i značajno manje je opterećeno različitim aditivima koji se u savremenoj proizvodnji koriste u svinjarstvu i živinarstvu

1.1. SASTAV I SVOJSTVA RIBLJEG MESA

Hranljiva vrednost mesa riba uslovljena je količinom proteina, masti, minerala i vitamina u njemu. Energetska vrednost mesa ribe iznosi oko 500 kJ. Hemijski sastav, hranljiva i energetska vrednost mesa šarana, pastrmke i mesa drugih vrsta životinja za klanje date su u *tabeli 23*.

Meso ribe predstavlja značajan, a u mnogim zemljama sveta i dominantan izvor proteina (od 15-24%). Procenjuje se da se blizu 15% potreba za životinjskim proteinima u svetu podmiruje konzumiranjem ribe. Ukupna količina aminokiselina proteina u mesu ribe ne razlikuje se značajno od aminokiselina proteina mesa stoke za klanje, a karakteriše ga i povoljan sastav esencijalnih aminokiselina. Količina proteina u mesu ribe kreće se od 12 do 24%. Dnevne potrebe čoveka u proteinima mogu se podmiriti sa 400 g ribljeg mesa. Mišići ribe sadrže pet puta manje vezivnog tkiva od mišića stoke za klanje. Zahvaljujući tome, meso ribe se brže i lakše resorbuje, odnosno ima visok koeficijent svarljivosti koji je uslovljen malom količinom kolagena i neznatnom količinom elastina. Pored toga, mišići mesa ribe ne vezuju se za kosti tetivama, što dodatno doprinosi njihovoj nežnijoj strukturi.

²⁰ Zoonoze su bolesti koje se sa životinja prenose na ljude.

Tabela 23. Sadržaj hranljivih materija u pojedinim kategorijama mesa i njihova energetska vrednost

Vrsta mesa	Voda (%)	Proteini (%)	Masti (%)	Energetska vrednost (kJ)
Šaran	79,27	17,63	1,93	355
Pastrmka	76,3	19-20	0,8	351
Svinjsko meso	56,8	17-19	25,3	1238
Goveđe meso	74,3	20	3,5	485
Piletina	74,6	21,5	2,5	460
Jagnjetina	66,4	19,7	12,7	812

Izvor: Preuzeto iz Ćirković (2002)

Utvrđeno je da masti riba sadrže 17 do 21% zasićenih i 79 do 83% nezasićenih masnih kiselina.

Masti ribe karakteriše nizak nivo omega 6 (*n*-6) masnih kiselina i visok nivo omega 3 (*n*-3) masnih kiselina. Zbog niskog sadržaja *n*-6 masnih kiselina u mastima morske ribe, odnos *n*-3 i *n*-6 kreće se od 5 do 10 prema jedan. Kod slatkovodne ribe taj odnos je nešto drugačiji, jer slatkovodna riba sadrži nešto veću količinu *n*-6 masnih kiselina, pa se odnos *n*-3 i *n*-6 masnih kiselina kod ovih vrsta riba kreće od 1 do 4 prema jedan. U poređenju sa ribama iz otvorenih voda, ribe iz akvakulture imaju nešto niži sadržaj *n*-3 masnih kiselina

Kao izvor minerala i vitamina, meso riba ne zaostaje nimalo za mesom sisara. U nekim slučajevima ono je čak bolji izvor tih sastojaka. Riblje meso je dobar izvor magnezijuma i fosfora, ali nešto slabiji izvor kalcijuma. Sadrži približno istu količinu bakra i nešto manju količinu gvožđa nego meso goveda. U mesu ribe nalazi se 100 puta veća količina joda nego u mesu sisara. Meso ribe sadrži i značajnu količinu fluora. Meso morskih riba sadrži i značajne količine natrijum-hlorida (NaCl). Riba je, takođe, značajan izvor selena koji ulazi u sastav mnogih enzima, a najbolje proučen je glutathion-peroksidaza.

Riba je i dobar izvor vitamina A, D, E, K, F i vitamina B-kompleksa (B1, B2, B6 i B12). U mastima ribe rastvoreni su vitamini A i E i značajne količine vitamina D. Količina vitamina B grupe je slična količini ove grupe vitamina u goveđem mesu.

Meso ribe karakteriše i to da sadrži neznatne količine ugljenih hidrata u obliku glikogena.

Hemijski sastav nekih vrsta morskih riba i najznačajnijih vrsta slatkovodnih riba prikazan je u *tabeli 24* i *tabeli 25*.

Tabela 24. Hemijski sastav nekih morskih riba

Hranjive materije	Voda %	Mast %	Proteini %
Bakalar	79,8-85,1	0,1-0,9	13,4-19,0
List	78,9-80,8	0,5-3,8	15,7-18,4
Iverak	75,4-79,0	0,5-9,6	18,0-18,8
Inćun	69,9-80-8	0,7-14,5	16,2-19,4
Srdela	66,8-78,1	0,9-17,2	15,4-17,6
Cipal	76,3	1,4	21,1
Ugor	60,0	8,0-13,0	14,4
Palamida	63,5	11,3	23,9
Tuna	59,0-72,0	4,0-16,0	21,0-27,0

Izvor: *Preuzeto iz Šoša (1989)*

Od osnovnih sastojaka mesa ribe najviše varira količina masti. Ona je različita ne samo kod različitih vrsta riba, nego i unutar iste vrste, u zavisnosti od sezone lova, polnog ciklusa, ishrane, starosti i pola ribe. Masti ribe se razlikuju od masti sisara i po sadržaju zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. U mastima ribe ima više mononezasićenih i polinezasićenih masnih kiselina nego u mastima sisara. Koeficijent svarljivosti masti ribe (sveže, zamrznute i dimljene) iznosi i do 91, što predstavlja procenat masti ribe koje se mogu resorbovati u digestivnom traktu.

Boja ribljeg mesa je bleđa od mesa toplokrvnih životinja zato što sadrži mnogo manje krvnih sudova.

Specifičan miris ribljeg mesa potiče od trimetilaminoksida koji je neproteinska azotna komponenta.

Meso riba je od svih vrsta mesa najpodložnije mikrobiološkom kvarenju, a riblja ulje je najviše podložno oksidaciji (užeglosti). Zbog toga ribu nakon izlova treba što brže konzervirati. Postoji više razloga zbog kojih je meso ribe kraće održivo (brže se kvari) nego mesa toplokrvnih životinja. Ti razlozi su sledeći:

- meso ribe ima manji sadržaj vezivnog tkiva, tako da mikroorganizmi sa površine lakše prodiru u meso;

- meso ribe sadrži veći procenat vode, odnosno ima višu a_w vrednost (od 57 do preko 89% ukupne mase);
- meso ribe ima višu pH vrednost i
- meso riba ima visok sadržaj proteina.

Imajući u vidu osobinu mesa ribe da se veoma brzo kvari, važno je da se riba odmah nakon izlova ohladiti. Hlađenje ribe izvodi se poledivanjem. Za poledivanje se koristi led koji je dobijen od higijenski ispravne vode za piće. U odgovarajuću ambalažu stavlja se najpre sloj leda (debljine 5 cm), a zatim se sukcesivno ređaju sloj ribe pa sloj leda. Kada se ambalaža napuni, na vrhu se stavlja sloj leda (5 cm). Ovako poledena riba (odnos leda i ribe je 1:1) čuva se u prostorijama u kojima je temperatura vazduha do 2 °C.

Tabela 25. Hemijski sastav i energetska vrednost najznačajnijih slatkovodnih riba

Hranjive materije	Jedinica mere	šaran	mladica	linjak	som	smuđ
Energetska vrednost	kcal	125	217	85	175	91
	kJ	522	907	355	731	382
voda	g	75,8	65,5	76,5	72,1	78,4
proteini	g	18	19,9	17,7	15,3	19,2
masti	g	4,8	13,6	0,74	11,3	0,73
ugljeni hidrati	g	0	0	0	0	0
minerali	g	1,17	1	1,75	0,98	1,22
vitamin E	mg	0,5	0	0	2	-
vitamin B1	mg	0,06	0,17	0,075	0,07	0,16
vitamin B2	mg	0,05	0,17	0,18	0,13	0,25
vitamin B6	mg	0,15	0,98	-	0,19	-
vitamin B12	µg	1,53	2,89	-	1,9	-
vitamin K	µg	-	-	-	-	-
vitamin C	mg	1	-	1	-	1
natrijum	mg	46	51	80	280	81
kalijum	mg	306	371	245	340	237
kalcijum	mg	52	13	31	44	27

Hranjive materije	Jedinica mere	šaran	mladica	linjak	som	smuđ
fosfor	mg	216	266	156	216	194
magnezijum	mg	30	29	18	27	18
gvožđe	mg	1,1	1	0,8	1,44	1,4
cink	mg	-	0,8	-	0,86	-
jod	µg	1,7	34	-	-	-
fluor	µg	32	30	-	-	-
hrom	µg	-	-	-	-	-
bakar	mg	0,5	0,2	-	0,1	-
selen	µg	137	26	-	38	26
n-3 masne kis.	mg	622	2140	-	519	8

Izvor: Preuzeto iz Cvrtila i Kozačinski (2006)

1.2. PODELA RIBA

Energetska vrednost mesa ribe zavisi od količine masti. Sadržaj masti u mesu različitih vrsta riba kreće se u veoma širokom rasponu od 0,5 do 22%. Prema sadržaju masti, ribe se dele na:

- **posne** - sa manje od 5% masti (oslić, šarpina, zubatac, iverak, smuđ, linjak, grgeč, štuka, pastrmka);
- **polumasne** - sa 5-10% masti (sardela, bakalar, inćun, cipal, ugor, sitna bela riba, beli amur, tolstolobik, deverika, mrena, jesetra, klen);
- **masne** - sa više od 10% masti (papalina, skuša, haringa, losos, tuna, šaran, som) i
- **visokomasne** - ribe koje gomilaju mast u potkožnom masnom tkivu (jegulja, kečiga, tovljeni šaran).

Na osnovu raspodele masti u telu, riba se deli na plavu i belu. Plava riba depone masti u masnim ćelijama po celom telu, a bela u jetri i donekle u trbušnoj šupljini. Udeo masti u mesu bele ribe je veoma nizak (oko 1%).

1.3. ULOV, PROIZVODNJA, NAMENA, PROMET I POTROŠNJA RIBE

Tržište se snabdeva ribom iz dva izvora - ribom koja se izlovljava iz prirodnih resursa (okeana, jezera, reka) i ribom koja se gaji u akvakulturi (u slatkoj, slanoj ili bočatnoj²¹ vodi). Poslednjih 30 do 40 godina na tržištu je sve veće učešće ribe iz akvakulture, naročito ribe gajene u slatkim vodama. Ulov ribe iz prirodnih resursa je dostigao svoj maksimum na prelazu iz 20. u 21. vek, i može se reći da je premašio granicu iznad koje je teško očuvati najčešće lovljene vrste riba i biološku ravnotežu u vodenim ekosistemima. Rastuće potrebe za ribom zasad se dosta uspešno podmiruju ribom gajenom u akvakulturi. Poslednjih godina proizvodnja ribe u akvakulturi ima prosečan godišnji porast između 9 i 10%. Toliko povećavanje proizvodnje nema nijedna grana stočarstva. Ima mišljenja da će za 30 do 40 godina proizvodnja ribe u akvakulturi, zajedno sa ulovom ribe iz prirodnih resursa, biti po količini jednaka proizvodnji mesa stoke za klanje. Od oko 30 000 vrsta riba, za ishranu ljudi značajno je oko 50 vrsta koje se love i uzgajaju u većim količinama.

Ulovljena riba, kao i riba proizvedena u akvakulturi koriste se na različite načine. To zavisi od mnogobrojnih činilaca (vrste ribe, obima ulova različitih vrsta, mogućnosti prerade, zahteva tržišta i dr.) Riba namenjena ishrani ljudi najčešće se (oko 50%) koristi kao sveža riba, a nešto manje od jedne četvrtine se stavlja u promet kao zamrznuta riba. Oko 11% ribe koristi se za proizvodnju konzervi, a oko 15% za druge vidove konzervisanja (dimljena, soljena, sušena riba).

Prosečna godišnja potrošnja ribe iznosi oko 16 kg po stanovniku. Prosečna potrošnja ribe u zemljama u tranziciji je oko 11 kg, a u industrijski razvijenim zemljama 29,5 kg. Prema FAO²² - vim podacima, potrošnja ribe u našoj zemlji iznosi oko 3 kg po stanovniku godišnje. Procena Republičkog zavoda za statistiku je da je ta potrošnja oko 10 kg po domaćinstvu, dok nezvanične procene govore o potrošnji od oko 7 kg po stanovniku. Inače, riba se u našoj zemlji konzumira najviše za vreme tradicionalnih praznika i u dane posta. Potražnja za ribom u Srbiji premašuje domaću proizvodnju, tako da se znatna količina ribe uvozi.

21 Bočatna voda je voda koja nastaje mešanjem mora sa rekama.

22 FAO – *Food Agriculture Organisation* – Organizacija za hranu i poljoprivredu koju su osnovale Ujedinjene nacije sa ciljem da poboljšaju proizvodnju poljoprivrednih proizvoda i ishrane ljudi u svetu.

Prema poreklu, riba se u promet stavlja kao morska i slatkovodna.

Morska riba se u promet stavlja kao:

- sitna plava riba (sardele, inćuni, papaline, skuše, lokarde, igle, šnjuri);
- krupna plava riba (tuna, palamida, iglun, gof, luc, lica, rumbac, mahi mahi, sabljarka);
- bela riba ili „riba sa dna“ (arbun, aljaška kolja, bukva, cipal, girica, grb, kantar, kirnja, kovač, kokot, list, orada, brancin, murina, oslić, pagar, salpa, bakalar, zubatac, ugor, barbun, škarpina i dr.);
- morski psi i raže (drhtulja, morski golub, kostelj, morska mačka, pas mekuš, raža, sklat, žutulja).

Od slatkovodni riba u ishrani se najčešće koriste i u prometu se najčešće nalaze:

- slatkovodna riba iz ribnjaka (kalifornijska pastrmka, som, smuđ, šaran, karaš, beli i sivi tolstolobik, beli amur, štika, američki somić i dr.) i
- slatkovodna riba iz otvorenih voda (pastrmka, kečiga, moruna, jesetra, jegulja, smuđ, som, šaran, manić, štika, beli i sivi tolstolobik, beli amur, deverika, mrena i dr.).

1.4. PROCENA KVALITETA RIBE

Pri proceni kvaliteta ribe (sveže ili odmrznute) potrebno je pridržavati se sledećih osnovnih kriterijuma:

- miris sveže ribe je karakterističan – u skladu sa njenim poreklom (morska, jezerska, rečna, iz ribnjaka) i vrstom. Ugodan je i neutralan, a meso ribe je čvrsto i elastično. Pokvarena riba ima neugodan, oštar miris na trimetilamin (miris na pokvarenu ribu) i trulež;
- oči su kod živih i svežih riba bistre i pune, a kod pokvarenih mutne i potpuno upale;
- škrge i škržni poklopci kod svežih riba su vlažni, a kod pokvarenih riba mogu biti suvi ili pokriveni lepljivom sluzi, sivkastosmeđi i mirisa na trulež. Zdrave škrge su lepe crvene boje;
- koža kod živih i svežih riba mora biti vlažna, neoštećena i prirodne boje metalnog sjaja. Ljuske i krljušti moraju biti čvrsto priljubljene uz telo. Površina zdravih, svežih riba mora biti glatka, tako da riba "izmiče" iz ruku. Promena boje, nabrekla i popucala koža karakteristični su znakovi kvarenja ribe. Staroj ili pokvarenoj ribi krljušti otpadaju, ili su već otpale;
- karakteristična sluzavost kod sluzavih riba je raspoređena po površini ribe, prozirna je i bez mirisa. Sluz se kvarenjem povećava, postaje mutna, retka, prljava i sa izrazitim kiselim ili natrulim mirisom i
- meso svežih riba je čvrsto, karakteristične konzistencije i nakon pritiska palcem brzo se izravna i nestaju udubljenja. Mekano meso, sivo, neelastično, ljigavo i promenjenog izgleda karakteristično je za pokvarenu ribu.

2. PROIZVODI OD RIBE

Ideja da se riba sačuva za duže vreme vrlo je stara. Da bi to postigao, čovek je najpre koristio prirodne fenomene: zimu, led, pećine, sunce, vetar, dim itd. Tako se postepeno razvijao tehnološki proces konzervisanja ribe.

Danas se riba na tržištu može naći ohlađena i zamrznuta (*primarni proizvodi ribarstva*),²³ zatim u vidu fileta i odrezaka (*pripremljeni proizvodi ribarstva*), i u vidu *prerađenih proizvoda* od ribe. Za konzervisanje ribljeg mesa može se koristiti hlađenje, zamrzavanje, sušenje, soljenje, dimljenje, sterilizacija, pasterizacija i pakovanje u modifikovanoj atmosferi gasa ili u vakuumu.

Pod primarnim proizvodima ribarstva podrazumevaju se (kada je reč o ribama) ribe izlovljene iz ribnjaka i otvorenih voda koje su konzervisane hlađenjem ili zamrzavanjem. Riba se najčešće hladi mešanjem sa ledom u odnosu 1:1 (*poleđivanje*), ili je količina leda i veća od količine ribe (do odnosa 2:1). Održivost sveže ohlađene ribe zavisi od mnogobrojnih činilaca. Obično iznosi do nekoliko dana pri temperaturi od 0 do 2 °C. Pre hlađenja potrebno je odstraniti iznutrice, dok je krljušti poželjno ostaviti, jer predstavljaju barijeru za mikroorganizme.

Pod zamrznutom ribom smatraju se morska riba i slatkovodna riba koja je posle ulova podvrgnuta procesu zamrzavanja i skladištenja, pri temperaturi ne višoj od -18 °C. Da bi se smanjilo isušivanje ribe dugotrajnim skladištenjem u frizu ili hladnjači, zamrznuta riba se pre skladištenja glazira tuširanjem hladnom vodom u prostoriji gde je temperatura – 12 °C. Zamrznuta ili duboko zamrznuta riba ne sme se čuvati duže od šest meseci. Odmrzavanje (defrostracija) zamrznute ribe najbolje je sprovoditi u vodi temperature od 10 °C do 15 °C, čime se nadoknađuje gubitak vode i proizvodima se vraća svežina i sočnost.

Ohlađena i zamrznuta riba mogu se u promet staviti sa ili bez glave; sa ili bez utrobe; rasečena na delove; sa kostima ili bez njih i sa ili bez kože.

Pod pripremljenim proizvodima od ribe podrazumevaju se ribe koje su podvrgnute postupcima kojima je narušena anatomska celina (na primer, vađenje utrobe, odstranjivanje glave, sečenje na komade, filetiranje i dr.).

Filet ribe se u prometu nalazi kao svež ili zamrznut, a može biti sa kostima ili bez kostiju, sa kožom ili bez kože.

23 Proizvodi ribarstva su morske ili slatkovodne životinje poreklom iz ribolova ili uzgajane, kao i svi jestivi oblici, delovi ili proizvodi tih životinja, osim školjkaša, živih bodljokožaca, živih plaštaša i živih morskih puževa, svih sisara, reptila i žaba

Odresci ribe nastaju kada se riba iseče poprečnim rezom u odnosu na kičmeni stub. Odresci se u promet mogu staviti kao sveži ili zamrznuti, a mogu biti sa kostima ili bez kostiju, sa kožom ili bez kože.

Prerađeni proizvodi od ribe su:

- konzerve ribe;
- paštete od ribe;
- marinirani proizvodi od ribe;
- proizvodi od slane ribe;
- kavijar i riblja ikra;
- panirani proizvodi od ribe;
- dimljeni proizvodi od ribe;
- kobasice od ribe (sveže, barene i kuvane);
- ostali proizvodi od ribe.

Konzerve ribe su proizvodi od ribe dobijeni preradom pojedinih vrsta ribe po odgovarajućem tehnološkom postupku (sterilizacija). Termička obrada konzervi obavlja se pri temperaturi iznad 100 °C - najčešće između 120-122 °C. Pri proizvodnji ribljih konzervi, kao naliv mogu da se koriste: ulje (maslinovo, biljno, riblje), proizvodi od paradajza, salamura sa kuhinjskom solju, vino, začini, sirćetna kiselina itd. Sterilisane konzerve ribe mogu se čuvati i na sobnoj temperaturi (to su trajne konzerve). Najčešće se za proizvodnju konzervi koristi meso plave ribe. Riba sa povrćem mora imati najmanje 50% ribljeg mesa. Konzerve sa ribom u ulju moraju sadržati najmanje 65% ribe (u odnosu na ukupnu masu proizvoda).

Pašteta od ribe se dobija od jestivih delova ribe, uz dodatak masti životinjskog ili biljnog porekla i drugih dodataka, ali se može proizvoditi i sa dodatkom povrća.

Marinirani proizvodi od ribe se proizvode zalivanjem ribe slanim, slatkim, ljutim ili kiselim rastvorom, sirćetom, sosom ili uljem, uz mogućnost dodavanja i povrća. Mogu biti pasterizovani i nepasterizovani.

Sušena riba je proizvod dobijen sušenjem različitih vrsta ribe na vazduhu, sa ili bez dodatka soli, dok se dimljena riba proizvodi toplim ili hladnim dimljenjem ribe.

Riblja ikra ili *kavijar* dobija se vađenjem ikre iz žive ribe ili ribe koja je uginula pre najviše 4 sata. Kavijar se konzervira sorbinskom kiselinom i kuhinjskom solju, a može biti pasterizovan ili nepasterizovan. Pasterizovani kavijar ima nižu gastronomsku vrednost i na tržištu se nudi po nižoj ceni. Kavijar se proizvodi tako što se ikra stavlja na sito i lagano se gura kroz okca sita, a na situ ostaje sluzava opna.

Kavijar se pakuje u limenke ili staklenke i rok trajanja mu je 6 meseci. Riblja ikra spada u veoma hranljive namirnice. Oko 25% sadržaja ikre su proteini; 15% su masti, a bogata je kalcijumom, gvožđem i vitaminom D i B12. Cena kavijara je od 3.000 do 5.500 dolara za kilogram.

Najkvalitetniji je plavi (crni) kavijar koji se dobija od riba iz porodice jesetri (kečiga i moruna) iz Kaspijskog jezera. Crveni kavijar dobija od pastrmki i lososa i manje je hranljive vrednosti od plavog. Ikre drugih vrsta ribe se ne smatraju kavijarom već zamenom za kavijar. Tako na primer, prerađena ikra štuke i bucova koja je sivosmeđe boje nudi se na tržištu pod nazivom nemački kavijar. Kavijarom se ponegde naziva i jelo od plavog patlidžana ili od pasulja (kaubojski ili teksaški kavijar), iako ta jela nemaju veze sa kavijarom. Kavijar se uzima plastičnom ili drvenom kašikom.

Suši je japansko jelo koje se priprema od pirinča, u kombinaciji sa sirovom ribom (ili drugim plodovima mora).

Sašimi se priprema od tanko narezane sirove ribe bez dodataka.

Surimi je proizvod koji se dobija od mašinski separisanog mesa²⁴ različitih vrsta riba, kada se nakon ispiranja vodom dobija proteinski izolat, beličaste boje i neutralnog ukusa.

24 Dobija se odvajanjem mesa od kostiju riba ili delova riba, upotrebom mehaničkih sredstava, čime se gubi ili modifikuje struktura mišićnih vlakana.

3. PLODOVI VODA

U plodove voda koji se koriste u ishrani ljudi ubrajaju se mekušci, glavonošci (lignje, sipe, hobotnice), zglavkari i puževi.

3.1. MEKUŠCI

Mekušci koji se najčešće koriste za ishranu ljudi su školjkaši (dagnje i ostrige, na primer). Školjkaši se gaje u priobalnom pojasu mora kao i u rečnim slivovima, jer su te vode bogate fitoplanktonom kojima se oni hrane. Stavljaju se u promet kao živi ili zamrznuti. Važno je napomenuti da samo živi školjkaši mogu da se zamrzavaju.

Većina školjkaša koji se koriste u ishrani su morski. S obzirom na to da se u ishrani koristi cela školjka zajedno sa probavnim traktom, preporučuje se prethodna termička obrada. Naime, sirovi školjkaši mogu biti izvor različitih mikroorganizama štetnih po čoveka (biološki hazardi). Miris školjkaša koji mogu biti štetni po zdravlje ljudi je neprijatan, a voda u kojoj se kuvaju postaje mutna.

Što se tiče hranljivih sastojaka, školjkaši su bogati proteinima; imaju malo masti i lako su svarljive; sadrže dosta gvožđa, joda, bakra i cinka, vitamina ali i dosta holesterola.

Školjkaši koji se najčešće koriste u ishrani ljudi na našim područjima su: ostrige, dagnje, prstaci, srčanke i kunjke.

Ostriga ili *kamenica* je školjkaš sivokamenaste boje, pa je na kamenoj podlozi u moru teško uočljiva. Veoma je tražena za ishranu ljudi i veštački se uzgaja. Prosečna masa jedne kamenice iznosi 75-80 g, tako da se od 1 kg kamenica dobija 175-200 g mesnatog dela, dok 800 do 825 g otpada na ljušturu. Meso kamenice sadrži vitamine A, B1, B2, C, D, E, PP, esencijalne aminokiseline (lizin, histidin, tirozin) i minerale (kalcijum, magnezijum i gvožđe). O hranljivoj vrednosti ovog školjkaša govori podatak da u 12 kamenica ima proteina koliko i u 3 jajeta. Masne kamenice sadrže veću količinu glikogena čija se količina u toku godine menja. Ima ga najviše od septembra do aprila, tačnije tokom zime, i tada su ostrige najukusnije (naročito u vreme mresta).

Dagnja ima još veću hranljivu vrednost od ostrige, ali je od nje jeftinija zato što je mnogo rasprostranjenija i lakše se uzgaja. Dagnja ima ljušturu tamnomodre boje i sedefastu unutrašnjost.

Prstaci (*datule*) žive u šuplinama kamenja odakle se teško vade, a često mogu biti mogu veoma kontaminirani bakterijama.

Manje značajni školjkaši su srčanke koje dostižu masu i do 40 kg: Međutim, u njima ima veoma malo mesa. Najbolje ih je konzumirati u periodu jeseni i zime. Ime su dobile po srcolikom obliku. Žive zakopane u pesku.

Kunjke dostižu masu i do 20 kg, ali kao i srčanke imaju malo mesa.

3.2. ZGLAVKARI

Predstavnici zglavkara koji se koriste u ishrani ljudi su rakovi. Rakovi se u promet stavljaju kao morski i slatkovodni rakovi. Morski rakovi su jastog, hlap, rakovica, kozice, vabić i ostali. Slatkovodni rakovi stavljaju se u promet kao rečni rakovi i močvarski rakovi.

Po sadržaju hranljivih materija zglavkari su veoma slični školjkama. Međutim, njihovo meso je teže svarljivo; rastresito je i veoma je podložno kvarenju. Rakovi se u ugostiteljske objekte dopremaju živi ili živi zamrznuti, osim kozica i škampa koji se dopremaju živi, ohlađeni ili zamrznuti. Treba ih kupovati tako da budu oprani i očišćeni od mulja; da su crvenkastoružičaste boje, da su svojstvenog blagog mirisa, sa čvrstim mesom i repom koji je zalepljen za ljušturu. Rakovi koji su dopremljeni mrtvi, nakon kuvanja su opruženi, meso im se mrvči, nisu zgrčeni, a iz ljušture im (dok su još sveži) izlazi mutna tečnost neprijatnog mirisa. Živi rakovi se za transport pakuju u sanduke, složeni u trave, alge ili slamu. Tokom kuvanja ljuštura raka pocrveni.

3.3. GLAVONOŠCI

U glavonošce koji se najčešće koriste u ishrani ljudi spadaju hobotnice, lignje i sipe. Za sve glavonošce karakteristično je to da imaju po 8 krakova koji polaze iz glave. Hobotnica je najveća (može imati do 2 kg) i crvenkastosmeđe je boje. U utrobi ima kesicu sa smeđecrnom tečnošću koju, kada je u opasnosti, izbacuje u vodu i zamuti je. Prilikom čišćenja tu kesicu treba odstraniti. Hemijski sastav mesa glavonožaca sličan je sastavu mesa ribe. Meso sadrži od 75 do 84% vode; od 13 do 22% proteina; od 0,1 do 2,7% masti i do 0,9% mineralnih materija.

Suprotno školjkašima, zglavkari i glavonošci (rakovi, hobotnice i lignje) naseljavaju dubinu mora (reka). Kada je reč o biološkim i hemijskim rizicima, zglavkari i glavonošci predstavljaju manju opasnost nego školjkaši. U vezi s tim, važno je napomenuti da se i rakovi i školjkaši kvare još brže od riba, što znači da je neophodno da se konzumiraju odmah nakon izlova.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Zašto je riba kvarljivija od mesa toplokrvnih životinja?
- Šta karakteriše plavu, a šta belu ribu?
- Kako se dele ribe u odnosu na sadržaj masti?
- Šta karakteriše mast ribe?
- Kako se morska riba stavlja u promet?
- Zašto se riba po izlovu odmah mora poleđivati?
- Kako se vrši poleđivanje ribe?
- Koje životinje u ishrani ljudi, zovemo plodovi voda?
- Školjkaši – osnovne karakteristike.
- Zglavkari – osnovne karakteristike.
- Glavonošci – osnovne karakteristike.

Drugi deo
8. POGLAVLJE

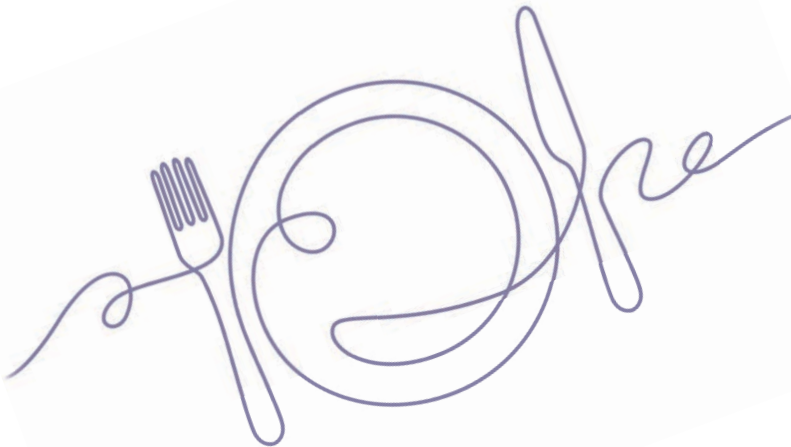
JAJA I PROIZVODI OD JAJA



JAJA I PROIZVODI OD JAJA

Za ishranu ljudi koriste se jaja različitih vrsta pernate živine. Tako na primer, u Velikoj Britaniji i nekim Skandinavskim zemljama galebova jaja predstavljaju specijalitet, dok se jaja morke najviše cene u Africi. U Srbiji se najviše koriste jaja kokoške; jaja plovke (patke) značajno manje, dok se jaja ostalih ptica (guska, morka ili biserka, ćurka, patka, prepelica) skoro uopšte ne koriste.

Osnovna biološka funkcija jaja jeste razvoj i zaštita embriona koji se u njima nalaze. Istovremeno, jaja zauzimaju značajno mesto u ishrani ljudi, budući da se radi o nutritivno veoma vrednoj namirnici, o čemu svedoči sadržaj hranljivih materija u njima.



1. JAJA

Pod jajima za konzumaciju podrazumevaju se jaja u ljusci, i to ona koja su snele gajene ptice i koja su bezbedna za direktnu ishranu ljudi i za pripremanje proizvoda od jaja. U zavisnosti od vrste, masa jajeta varira od 40 do 70 grama. Prosečna masa kokošijeg jajeta (zajedno sa žumancetom, belancetom i ljuskom) je 57 grama. Jaja su ovalnog oblika, površina ljuske je glatka, a boja im je bela, žuta ili smeđa.

Jaja patke su duguljasta, sa zelenkastom, smeđom ili bledožutom ljuskom. Prosečna masa jajeta je od 50 do 55 grama. Od toga, ljuska čini 12%, belance 60%, žumance 28%. Jaja pataka imaju veliko žumance.

Ćureće jaje je ovalnog oblika, mase od 60 do 70 grama. Boja ljuske je crveno žuta sa pegama.

Jaja morke su ovalna, mase oko 40 grama. Njihova ljuska je debela, svetložute do smeđe boje.

1.1. GRAĐA I SASTAV JAJA

Jaje se sastoji iz ljuske, dvoslojne opne, belanceta, halaza, vitelinske membrane i žumanceta.

Ljuska kokošijeg jajeta čini 11% njegove ukupne mase. Debljina ljuske je od 0,2 do 0,4 mm. Sastoji se najvećim delom iz kalcijum karbonata (94%), magnezijum karbonata (1%), kalcijum fosfata (1%), a ostatak čine proteini. Ljuska štiti jaje od spoljnih uticaja. Čvrsta je, porozna i tanka kako bi mogla da propuštala toplotu. Na kori ima od 6.000 do 8.000 mikroskopskih pora koje omogućuju prolazak isparljivih jedinjenja. Ljuska jajeta ima tri sloja: spoljašnji (porozni), srednji (spongiozni) i unutrašnji koji sadrži brojne pore. Prisustvo ovih pora neophodno je za razviće embriona, odnosno pileta u samom jajetu. Pore omogućavaju prolazak kiseonika i oslobađanje ugljen-dioksida. Spoljašnji sloj ljuske jajeta ima ulogu da zaštiti jaje od spoljašnje kontaminacije. Pranjem jaja taj (spoljašnji) sloj se može ukloniti, i ako se to dogodi, može doći do prodora mikroorganizama u samo jaje, što ima za posledicu skraćanje roka njegovog trajanja.

Boja ljuske jajeta zavisi od rase i vrste živine. Ona nije u vezi sa senzorskim osobinama jajeta niti sa sadržajem hranljivih materija u njemu, pa tako ni sa njegovim kvalitetom.

Opna jajeta je membrana koja se sastoji od mreže ispreplitanih i međusobno spletenih niti sačinjenih od keratina. Njena funkcija je da drži sadržaj jajeta u celini. Ima dve lamele koje su priljubljene jedna uz drugu i na tupom polu jajeta se razdvajaju. Taj prostor između lamela ispunjen je vazduhom, čineći vazдушnu komoru čija je veličina značajan pokazatelj svežine jaja. Tokom stajanja jajeta vazдушna komora se usled isušivanja povećava. Kod potpuno svežih jaja visina vazdušne komore je 5 mm, a kod svežih 8 mm.

Belance jajeta čini najveći deo jajeta (64%). Pihitjaste je konzistencije i grade ga ispreplitanе mucinske mreže ispunjene zasićenim vodenim rastvorom belančevina. Belance se sastoji od tri sloja koji se međusobno razlikuju po konzistenciji. Spoljašnji sloj je tečan i čine ga uglavnom albumini i globulini. Srednji sloj je gust sa najviše ovoalbumina koji se u najvećem procentu i nalazi u jajima. Unutrašnji sloj je redak i sastoji se od mucina i mukoida.

Sastav belanca čine: voda (86%), proteini (oko 10 do 12%), mineralne materije (0,5%), vitamini B grupe i malo glukoze i masti (u tragovima). Proteini iz belanceta koji čine oko 60% svih proteina jajeta su proteini visoke biološke vrednosti, jer u njihov sastav ulaze sve esencijalne aminokiseline. Vitamina u belancetu ima malo (uglavnom vitamini B grupe, riboflavin). Proteini koji se nalaze u belancetu imaju baktericidna²⁵ svojstva. Konalbumin se, na primer, vezuje za gvožđe iz žumanceta i na taj način sprečava rast i razmnožavanje mikroorganizama kojima je gvožđe neophodno. U belancetu se nalazi i protein avidin koji se čvrsto i specifično vezuje za biotin (vitamin B7) i tako sprečava njegovu resorpciju. Međutim, termičkom obradom belanceta pri 120 °C u trajanju od 15 minuta, veza između biotina i avidina se raskida. U belancetu se nalazi i protein ovomukoid koji ima važnu ulogu u nastanku alergijskih reakcija na jaja.

Žumance čini oko 31% mase celog jajeta i u njemu se nalazi skoro sav sadržaj masti jajeta. Glavni sastojci žumanceta su: voda (oko 51%), proteine (od 15 do 17%) i masti (oko 30%). U mastima prevladavaju nezasićene masne kiseline i fosfatidi. Žumance je gusta neprozirna polužitka emulzija masti i vode, zatvorena u poluprovidni omotač koji ima tri sloja. Kod svežih jaja žumance je smešteno u sredini belanceta. Žuta boja žumanceta potiče od pigmenta ksantofila, ali i od likopena i ksantofila. Količina ovih pigmenata zavisi od vrste hrane kojom su životinje hranjene. Žuta boja žumanceta vremenom blede tako da je intenzivnija kod svežih jaja. U žumancetu su prisutni gotovo svi vitamini osim vitamina C. Od proteina koji se nalaze u žumancetu najznačajniji su fosvitin i livetin koji imaju značajne uloge u mehanizmima naturalizacije negativnih uticaja štetnih agenasa u organizmu. Od minerala zastupljeni su fosfor, kalcijum, gvožđe, bakar, sumpor i magnezijum.

25 Baktericidno svojstvo je svojstvo, u ovom slučaju, sastojaka hrane, koje dovodi do uništavanja bakterija.

Hemijski sastav kokošijeg jaja prikazan je u *tabeli 26.*

Tabela 26. Hemijski sastav kokošijeg jaja (izraženo u %)

Sastojak	%	Voda	Protein	Mast	Pepeo
Celo jaje	100	65,5	11,8	11,0	11,7
Balance	58	88,0	11,0	0,2	0,8
Žumance	31	48,0	17,5	32,5	2,0
Ljuska	11				

Izvor: *Preuzeto i adaptirano iz Vaclavic i Christian (2014)*

Jaja su namirnica visoke biološke vrednosti i hranljivosti. Energetska vrednost prosečno iznosi 147 kcal na 100 g. Jaje je jedna od najkompletnijih namirnica poznatih čoveku. Karakteriše ga izvanredno izbalansiran odnos proteina, masti, ugljenih hidrata, minerala i vitamina. Proteini jaja su kompletni proteini. Zato se svi ostali proteinski izvori vrednuju prema jajima. Čovek može da iskoristi 95 % hranljivih vrednosti jajeta.

Svarljivost jaja zavisi od načina njihove obrade. Poširanje ili prženje jaja „na oko“ dovodi do gubitka proteina zbog toga što oni prelaze u teže svarljiv oblik.

Kvalitet proteina meri se na osnovu njihovog aminokiselinskog sastava (kvalitet i količina) i na osnovu stepena njihove svarljivosti. Zato se jaja često koriste kao „zlatni standard“ za ocenu kvaliteta proteina u drugoj hrani.

Poboljšanje nutritivne vrednosti jaja, tj. proizvodnja funkcionalnih jaja vrši se pomoću različitih dodataka u hrani koka nosilja. Tim postupkom, u konzumnim jajima se utiče na sadržaj masti i masnih kiselina, na nivo holesterola, kao i na udeo pojedinih vitamina, mineralnih materija i pigmenata. Komercijalna konzumna jaja imaju visok sadržaj omega-6 polinezasićenih masnih kiselina, dok je sadržaj omega-3 masnih kiselina veoma nizak. Odnos omega-6 i omega-3 masnih kiselina u jajetu je 15 prema jedan. Najjednostavniji način da se dobiju jaja sa povećanim omega-3 masnim kiselinama jeste da se hrani koka nosilja dodaju neki od sledećih sastojaka: ulje lana, riblje ulje i alge. Odgovarajućim dodacima u hrani koka nosilja može se povećati i sadržaj antioksidanata u jajima.

1.2. KVALITET JAJA

Prema Pravilniku o kvalitetu jaja, jaja se prema kvalitetu klasiraju u dve osnovne klase:

- jaja "A" klase (sveža jaja) i
- jaja "B" klase (jaja koja ne ispunjavaju zahteve „A“ klase i namenjena su industrijskoj proizvodnji).

Jaja A klase treba da ispunjavaju sledeće zahteve: da im u trenutku pakovanja ljuska bude čista i neoštećena; da vazdušna komora nije viša od 6 mm; da je belance bistro, prozirno i kompaktno; da se žumance pri prosvetljavanju jaja vidi kao sena nejasnih obrisa, da je pri naglom okretanju jaja nepokretno ili neznatno pokretno i da se nalazi u sredini jajeta; da nema prisustva stranih materija i nesvojstvenog mirisa. Takođe, jaja "A" klase se ne peru ni pre ni posle klasiranja, niti se na bilo koji način čiste, zato što se tim postupcima može oštetiti zaštitni sloj na površini ljuske jajeta i tako omogućiti mikroorganizama da sa površine ljuske prodru u unutrašnjost jajeta i svojim delovanjem uzrokuju njegovo kvarenje.

S obzirom na masu, jaja "A" klase klasiraju se u četiri grupe:

- "XL" – vrlo velika (mase od 73 g i veća);
- "L" – velika (mase od 63 g do 73 g);
- "M" – srednja (mase od 53 g do 63 g) i
- "S" – mala (mase ispod 53 g).

Veličina jaja zavisi pre svega od rase kokoške i od starosti kokoške (starije kokoške nose veća jaja).

Jaja se klasiraju, označavaju i pakuju u roku od deset dana od dana kada su snesena. Jaja koja se stavljaju u promet kao jaja "A" klase mogu imati i oznaku "ekstra". To su jaja koja se klasiraju, označavaju i pakuju u roku od četiri dana od dana kad su snesena.

Reči "ekstra" ili "ekstra sveže" koriste se kao dodatna oznaka kvaliteta. Tako označena jaja mogu se naći u maloprodaji do devetog dana od dana kada su snesena. U trenutku njihovog pakovanja vazdušna komora ne sme biti viša od 4 mm.

Pravilnikom je regulisano i označavanje jaja u odnosu na način uzgoja koka nosilja. Te oznake nalaze se i na pakovanju jaja i na samim jajetu. Njihovo značenje je sledeće:

- oznaka „0“ označava jaja iz organskog uzgoja;
- oznaka „1“ označava jaja iz slobodnog uzgoja;
- oznaka „2“ označava jaja iz podnog uzgoja i
- oznaka „3“ označava jaja iz kaveznog (baterijskog) uzgoja.

1.2.1. Ocena kvaliteta jaja

Ocena kvaliteta jaja vrši se na dva načina: 1) pregledom jaja u ljusci (prosvetljavanjem, denzimetrijom) i 2) postupkom otvorenog jajeta (utvrđivanjem odstupanja mirisa i ukusa i mikrobiološkim i hemijskim ispitivanjem).

Kvalitet jaja najčešće se određuje prosvetljavanjem ovoluks-svetiljkama ili ovoskopom. Tom tehnikom utvrđuje se: postojanje vazdušne komore, položaj žumanceta, odvojenost žumanceta od belanceta, i sl. Sveža jaja su prozirna i bistra na ovoskopiji, dok su stara tamna. Metodom prosvetljavanja moguće je (bez razbijanja ljuske) oceniti kvalitet jaja, odnosno ustanoviti njihovu svežinu i registrovati eventualne abnormalnosti (mane).

Nakon što je sneseno, jaje se hladi. To dovodi do skupljanja njegovog sadržaja i formiranja vazdušnog prostora između dve membrane, tj. do formiranja vazdušne komore. Vazdušna komora predstavlja prostor između dve ljuske membrane na tupom kraju jajeta. Taj prostor je ispunjen vazduhom. Sa protokom vremena skladištenja jaja, vazdušna komora se usled gubitka vlage (isušivanja) povećava. To omogućava da se određivanjem njene veličine odredi starost, odnosno svežina jaja.

Kako se vazdušna komora vremenom povećava zbog nakupljanja kiseonika, preporuka je da se jaja uvek čuvaju sa tupim krajem na gore kako bi se smanjio prelazak kiseonika ka žumancetu. Time se smanjuje rizik od mikrobiološkog kvarenja žumanceta.

Brzo određivanje svežine može se izvesti metodom potapanja jaja u 12% rastvor kuhinjske soli, ili potapanjem jaja u hladnu vodu. Pri tome, sveža jaja leže na dnu posude; jaja stara tri dana već se uspravljaju; još starija jaja počinju da plivaju, a ona koja su stara i pokvarena počinju da izlaze na površinu i tamo ostaju.

Ako je jaje sveže, ono kada se razbije ima ispupčeno žumance i belance gušće konzistencije. Pošto je vitelinska opna očuvana, belance je odvojeno od žumanceta. Kod svežih jaja belance je providno, a posle dužeg stajanja postaje žućkasto, crvenkasto i na kraju zelene boje.

Kada se jaje skuva, ukoliko je staro, lakše mu se uklanja ljuska. Kod mlađih jaja to ide teže. Miris, ukus i prisustvo nečistoća jajeta utvrđuje se senzorskim tehnikama.

Defektna jaja, tj. jaja koja nisu za ljudsku ishranu su ona koja su: polomljena, zamrznuta, kontaminirana ili zgrušana; jaja sa većim krvnim mrljama; jaja kod kojih je žumance zalepljeno za ljusku; jaja sa zelenim belancetom; jaja u kojima se belance pomešalo sa žumancem; jaja kod kojih je započeo embrionalni razvoj.

Abnormalne pojave kod jaja obuhvataju: jaja sa dva žumanca; jaja bez žumanca; jaje u jajetu (oko oba jajeta formirana je ljuska) i jaja sa mekom ljuskom. Mane jajeta uglavnom su posledica prevremeno snesenih jaja (nedovoljno vremena za formiranje ljuske u reproduktivnim organima kokoške).

1.2.2. Održivost jaja

Jaje je dobro zaštićeno od mikroorganizama zato što ima tvrdnu ljusku i belance koje sadrži antimikrobne materije. U frižideru jaja mogu opstati od tri do šest nedelja, dok se u skladištima, pri temperaturi od -1°C i 90% vlažnosti, jaja mogu čuvati i do šest meseci. Potreban uslov za to je da su pore na površini jaja zatvorene i time sprečen prodor mikroorganizama.

Poželjno je da se jaja u frižideru čuvaju u odgovarajućoj ambalaži. Za to su pogodne kartonske ili polistirenske²⁶ namenske kutije koje smanjuju gubitak vlage i sprečavaju upijanje mirisa od ostalih namirnica u frižideru.

Kada je reč o održivosti jaja, važno je podsetiti da se kuvana jaja brže kvare nego sveža. Naime, kuvanjem se opere zaštitni omotač, čime se otvaraju pore na ljusci jajeta kroz koje mikroorganizmi mogu nesmetano da uđu u njegovu unutrašnjost i izazovu kvarenje. Dva sata posle kuvanja, jaja treba staviti u frižider. Tako skladištena jaja mogu da ostanu sveža do nedelju dana.

²⁶ Polistiren je vrsta polimernih materijala.

1.3. OBRADA I KONZERVISANJE JAJA

Zahvaljujući ljusci, jaja zadržavaju svu hranljivu vrednost kada su kuvana, ali ako se prže na visokoj temperaturi, dolazi do gubitka značajne količine proteina. Zato je važno da temperatura prženja ne prelazi 126 °C.

Od načina pripreme jaja zavisi i njihova svarljivost, odnosno iskoristljivost. Kuvano jaje se lakše vari i iskoristljivije je od prženog. Proteini iz sirovih jaja se koriste samo 51%, dok se prilikom kuvanja sposobnost varenja i preuzimanja u intestinalnom traktu povećava na 90%. Belance počinje da se stvrdnjava pri temperaturi od 65 °C, a žumance pri temperaturi od oko 70 °C. Ako se jaje prekuva, oko žumanceta se pojavljuje zelenkasti prsten zbog vezivanja gvožđa sa sumporom. Iako ovaj zeleni prsten ne narušava ukus jajeta, prekuvanje smanjuje hranljivu vrednost jaja. Da bi se ova pojava sprečila, jaje treba ubrzano hladiti u ledenoj vodi.

Da bi se dobila tvrdo kuvana jaja potrebno ih je kuvati od 15 do 18 minuta, dok je za dobijanje meko kuvanih jaja potrebno svega 2 do 5 minuta kuvanja.

Prilikom termičke obrade jaja, mućenja ili promene pH vrednosti, dolazi do denaturacije proteina u belancetu. Na primer, u sirovom stanju belance je providno, jer se svetlost prelama i prolazi između molekula proteina. Kada se proteini belanceta denaturišu, njihovi lanci više nisu sfernog oblika, već se odmotavaju, ispravljaju i paralelno slažu. Oni čine čvrstu masu i svetlost više nije u stanju da prolazi između molekula novonastale proteinske mase, već se od nje odbijaju i izgled belanceta se menja iz providne u belu boju. Ove promene su nepovratne - jednom termički obrađeno belance ostaje belo. Koagulacija je proces koji nastaje nakon denaturacije proteina kada denaturisani proteini formiraju čvrstu masu. Koagulacija zapravo predstavlja taloženje proteina. Belance denaturiše i koaguliše i prelazi u čvrsto stanje pri temperaturama između 62 i 65 °C, dok žumance počinje da koaguliše pri 65 °C, a čvrsto postaje pri 70 °C.

Prilikom mućenja belanceta (priprema šama) u cilju formiranja pene, takođe dolazi do denaturacije proteina (na šta ukazuje bela boja pene od belanceta). Istovremeno, usled stvorenih vazdušnih mehurića, povećava se i volumen formirane pene. Pošto šećer štiti proteine od denaturacije, prilikom mućenja belanceta u cilju formiranja pene, šećer treba dodavati na kraju mućenja.

Time se postiže veći volumen pene, jer proces denaturacije proteina pokrenut delovanjem mehaničke sile nije usporen delovanjem šećera. Za formiranje što bolje pene, jaja za mućenje treba da budu na sobnoj temperaturi. Važno je, takođe, da belance i žumance budu dobro razdvojeni, jer prisutna masnoća iz žumanceta razređuje tečnost i penu čini maje stabilnom.

1.4. BEZBEDNOST JAJA

Regulatorna tela u velikom delu sveta zabranjuje upotrebu sirovih jaja u proizvodnji hrane. Razlog tome je rizik od bakterija *Salmonella* koje se mogu naći u jajima. Da bi se taj rizik otklonio, preporučuje se da prilikom termičke obrade temperatura u unutrašnjosti jaja bude najmanje 63 °C. Tako kuvana jaja smatraju se bezbednim za konzumiranje.

Izuzetak u odnosu na pomenutu preporuku predstavljaju gastronomski proizvodi (kolači) u kojima se nalaze termički neobrađena belanca. To je dopušteno zbog toga što belanca koja se koriste za pripremu ovih jela sadrže veliku količinu šećera. Naime, šećer u visokoj koncentraciji vezuje vodu za sebe, čineći je nedostupnom mikroorganizmima i na taj način deluje konzervišuće.

2. PROIZVODI OD JAJA

Potrošnja jaja u svežem obliku znatno je veća od potrošnje proizvoda od jaja i ima mnogo veći značaj.

Pod proizvodima od jaja podrazumevaju se proizvodi dobijeni lomljenjem ljuske jaja i izdvajanjem sadržaja primenom odgovarajućeg tehnološkog postupka (pasterizacijom, hlađenjem, zamrzavanjem, sušenjem, kuvanjem i dr.). Termičkoj obradi (kuvanju) mogu se podvrgnuti i jaja u ljusci. Tako obrađena jaja stavlja se u promet kao obojena ili neobojena

Proizvodi od jaja stavljaju se u promet pod sledećim nazivima:

- tečni hlađeni proizvodi od jaja;
- zamrznuti proizvodi od jaja;
- sušeni proizvodi od jaja;
- kuvani proizvodi od jaja;
- termički obrađena (kuvana) jaja u ljusci i
- ostali proizvodi od jaja.

Tečni hlađeni proizvodi od jaja uglavnom se pasterizuju pri temperaturi od 60 °C, u trajanju od 3 do 5 minuta. Njihova održivost je 2 do 6 dana. Tečni hlađeni proizvodi od jaja su:

- tečni hlađeni melanj - pasterizovan i ohlađen proizvod koji se sastoji od celog jajeta bez ljuske;
- tečno hlađeno žumance - pasterizovan i ohlađen proizvod koji sačinjava celo žumance jajeta;
- tečno hlađeno belance - pasterizovan i ohlađen proizvod koji sačinjava celo belance.

Zamrznuti proizvodi od jaja. Ovim proizvodima se u tehnološkom procesu obično dodaju (osim belancetu) so, šećer i kukuruzni sirup. To se čini pre zamrzavanja, da bi se sprečilo želatiziranje i stvrdnjavanje. Održivost ovih proizvoda pri temperaturi zamrzavanja je oko godinu dana. Zamrznuti proizvodi od jaja su:

- zamrznuti melanj - celo jaje bez ljuske, koje je pre postupka zamrzavanja homogenizovano, pasterizovano i ohlađeno;
- zamrznuto žumance;
- zamrznuto belance i
- zamrznuti nepasterizovani melanj - celo jaje bez ljuske koje se posle odmrzavanja mora podvrgnuti postupku pasterizacije.

Sušeni proizvodi od jaja su proizvodi koji su podvrgnuti procesu isušivanja, čime je smanjena aktivnost vode u jajima i samim tim povećana njihova održivost. Sušeni proizvodi od jaja su:

- sušeni melanž (jaja u prahu) - celo jaje koje se posle homogenizacije podvrgava procesu sušenja.
- sušeno žumance (žumance u prahu) - fino usitnjen prah žute boje;
- sušeno belance (belance u prahu) - fino usitnjen prah boje slonove kosti.

Kuvani proizvodi od jaja. Pod kuvanim proizvodima od jaja podrazumevaju se proizvodi dobijeni kuvanjem celih jaja (bez ljuske) u kojima je odnos belanaca i žumanaca kao u svežim jajima.

Kuvani proizvodi od jaja oblikuju se kao izduženi valjak i na tržište se plasiraju pod nazivom kuvana jaja na metar ili dugačko jaje. Kuvani proizvodi od jaja mogu se proizvoditi samo od jaja ekstra kvaliteta.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Građa i sastav jaja.
- Zašto se za jaja kaže da su „zlatni standard“ za ocenu kvaliteta proteina u drugoj hrani?
- Kako se klasiraju jaja?
- Kako se označavaju kokošija jaja u odnosu na način uzgoja koka?
- Pod kojim uslovima se čuvaju jaja?
- Šta je vazдушna komora u jajima?
- Zašto je važno termički tretirati jaja pre konzumiranja?
- Zašto je dozvoljeno koristiti sirova belance prilikom pripreme nekih kolača?
- Koji su proizvodi od jaja?



Drugi deo
9. POGLAVLJE

MASTI
I
ULJA



MASTI I ULJA

Masti i ulja su sastavni deo ishrane ljudi. Pored toga što su energetske veoma bogate, u njima se nalaze vitamini rastvorljivi u mastima. Masti i ulja utiču i na senzorske osobine namirnica (sočnost, teksturu, aromu i dr.) i pružaju osećaj sitosti. Masti i ulja imaju široku upotrebu u prehrambenoj industriji (na primer kao emulgatori) i u pripremi hrane (proces prženja). Neke masne kiseline u sastavu masti i ulja su esencijalne, odnosno neophodne u ishrani ljudi, budući da ih organizam ne može sintetisati. Masti i ulja nalaze u velikom broju namirnica. Nema ih jedino u voću i povrću (osim retkih izuzetaka, kao što su na primer, kikiriki i avokado).

Masti su na sobnoj temperaturi uglavnom čvrste, dok su ulja tečna, što zavisi od sastava masnih kiselina koje se i njima nalaze. Polinezasićene i mononezasićene masne kiseline su tečne na sobnoj temperaturi i nalaze se prvenstveno u biljkama. Zasićene masne kiseline su na sobnoj temperaturi čvrste i nalaze se pre svega u mastima životinjskog porekla, mada ih ima i u masnoćama nekih tropskih biljaka (kokosovo ulje, palmina mast).

Kada je reč o zdravstvenom aspektu upotrebe masti i ulja u ishrani ljudi, često je u prošlosti dolazilo, a i danas dolazi do promene stavova o tome koje masti, odnosno koja ulja je najbolje koristiti u ishrani. Po tom pitanju među naučnicima još uvek nema potpune saglasnosti.

Jestiva ulja i masti se dobijaju odvajanjem (ekstrakcijom) iz sirovina (npr. plodova uljanih biljaka) ili iz masnog tkiva sisara, živine i riba.

Prema poreklu, dele se na:

- životinjske masti (svinjska mast, domaća svinjska mast, maslo, goveđi, ovčji i kozji loj, guščja mast);
- biljne masti (kokosova mast, palmina mast, kakaova mast) i
- proizvedene masti (margarini, hidrogenizovane biljne masti).

1. ŽIVOTINJSKE MASTI

Jestive životinjske masti dobijaju se topljenjem potkožnog masnog tkiva životinja, kao i topljenjem masnog tkiva koje se nalazi u telesnim šupljinama i oko unutrašnjih organa. Sadržaj masti je različit i može biti od 50% do 95%, što zavisi od vrste životinje, njene starosti, ishrane, regije trupa, načina držanja i ishrane. Životinjske masti obično sadrže duge lance masnih kiselina. Ti dugi lanci sastavljeni su od različitih masnih kiselina koje su uglavnom zasićene. Takve masti pretežno se koriste za pečenje i prilikom kuvanja hrane.

Prvi korak u procesu dobijanja masti je odvajanje masnog tkiva od mišićnog. Nakon toga, masno tkivo se hladi (radi usporavanja rasta i razmnožavanja lipolitičkih enzima i mikroorganizama). Kako bi se uklonila krv i druge nečistoće, odvojena masna tkiva se peru, a zatim melju. Zagrevanjem samlevenog masnog tkiva pri temperaturi od 115 °C, dolazi do razaranja vezivnotkivnih komponenti u masnom tkivu i adipocitima.²⁷ Usled zagrevanja, masti u ćelijama se tope i prelaze u tečno stanje. Po isticanju masti, vezivnotkivne komponente koagulišu i tako nastaju čvarci.

Masti se izdvajaju suvim i vlažnim postupkom. Pri vlažnom postupku, na početku se dodaje voda. Izdvojena mast se zatim suši zagrevanjem pri temperaturama višim od 7 °C, kako bi višak vode ispario. U postupku rafinacije, snižava se sadržaj slobodnih masnih kiselina, što je od značaja za kvalitet masti. Mast se zatim dezodoriše vodenom parom u cilju uklanjanja neprijatnih mirisa, a zatim se izbeljuje – uklanjaju se određeni obojeni sastojci. Odmah nakon toga mast se brzo hladi.

Domaća svinjska mast dobija se suvim topljenjem potkožnog masnog tkiva.

Svinjska mast dobija se vlažnim postupkom.

Loj se dobija topljenjem masnog tkiva preživara (ovaca, goveda i koza) pri temperaturi nižoj od 60 °C, suvim ili vlažnim postupkom. Loj sadrži više zasićenih masnih kiselina u odnosu na svinjsku mast, a upotrebljava se za izradu margarina i u kozmetičke svrhe.

Guščja mast se dobija topljenjem masnog tkiva gusaka.

Maslo se dobija topljenjem maslaca (sadrži najmanje 98% masti).

Mast se čuva pri temperaturi frižidera, u zatvorenoj ambalaži koja može biti od polimernih materijala (plastika).

²⁷ Adipociti su masne ćelije u masnom tkivu.

2. BILJNE MASTI I ULJA

Biljne masnoće dobijaju se od uljane repice, soje, susama, suncokreta, maka, kikirikija, masline i bundeve. Postupak dobijanja jestivih biljnih ulja obuhvata: sušenje, ljuštenje, mlevenje, presovanje i ekstrakciju biljaka uljarica. Ovako dobijena sirova ulja sadrže primese koje se mogu ukloniti postupkom rafinisanja. Rafinisanje obuhvata više operacija. To su: taloženje vode, sluzavih materija i drugih čestica; neutralizacija (uklanjanje slobodnih masnih kiselina); izbeljivanje i filtriranje (radi postizanje lepše boje ulja) i dezodoriranja ulja (uklanjanje nepoželjnih mirisa).

Prirodne biljne masti su palmina i kokosova mast, kakao-maslac i druge koje se u našoj zemlji ne proizvode već se uvoze za potrebe prehrambene industrije i upotrebe u ishrani. Biljne masti domaćeg porekla proizvode se postupkom hidrogenizacije jestivih biljnih ulja vodonikom uz pomoć katalizatora.

2.1. BILJNA ULJA

Jestiva biljna ulja dobijaju se iz semena i plodova biljaka uljarica - suncokreta, masline, uljane repice, kikirikija, bundeve, maka, grožđa, lana, susama, lana i dr. Osim uljarica, kao sirovina za proizvodnju ulja mogu se koristiti: soja, pšenica, kukuruz, pamuk i još neke biljke.

Žetva biljaka od kojih se dobija ulje vrši se u vreme kada se one nalaze u tehnološkoj zrelosti, odnosno kada obezbeđuju dovoljnu količinu ulja, a sadržaj vode u njima takav da ne predstavlja problem za skladištenje. Priprema semena obuhvata: čišćenje, ljuštenje (uklanjanje celulozne opne), sitnjenje, mlevenje, zagrevanje i vlaženje semena radi lakšeg izdvajanja ulja.

Ulje se iz pripremljenog semena izdvaja na dva načina:

- presovanjem i
- ekstrakcijom.

Presovanjem se dobija sirovo ulje koje se filtrira da bi se odstranili ostaci semena. Krajnji proizvodi presovanja su *nerafinisano ulje* i *pogača*. Ulja dobijena presovanjem najboljeg su kvaliteta. Ona ne podležu nikakvom hemijskom tretmanu. Njihova osnovna karakteristika je to da im prirodna svojstva nisu ni u najmanjoj meri promenjena. Međutim, u tehnološkom smislu, loša strana ovog postupka dobijanja ulja ogleda se u tome što u ostacima semenki i plodova ostaje mnogo neiskorišćenog ulja.

Ekstrakcija ulja izvodi se postupkom rafinisanja ulja. Nakon rafinisanja u ostacima semenki i plodova preostane samo 1% neiskorišćenog ulja. Da bi se to postiglo, semenkama uljarica se najpre (pri veoma visokim temperaturama) dodaju organski rastvarači (najčešće heksani, derivati nafte). Nakon ove faze, potrebno je odstraniti heksan iz ekstrahovanog ulja. To se postiže hemijskim putem - dodavanjem kiselina. Međutim, ovako dobijeno ulje nema ni miris ni ukus svojstven prirodnoj sirovini, pa ga je potrebno dodatno preraditi. Ono se hemijski izbeljuje i dezodoriše da bi se postigle očekivane senzorske karakteristike. U postupku ekstrakcije dobijaju se *sirovo ekstrahovano ulje i sačma* (čvrst ostatak). Ulja dobijena na ovaj način nazivaju se rafinisana biljna ulja. Pri ovom postupku, procenat iskorišćenosti ulja iz uljarica je 99%. Međutim, hranljiva vrednost rafinisanih ulja je umanjena, jer su više puta hemijski tretirana, za razliku od ulja dobijenih postupkom presovanja koji uključuje samo mehanički tretman.

U zavisnosti od uslova proizvodnje i sirovine od kojih se dobijaju, jestiva biljna ulja razvrstavaju se u sledeće grupe:

- hladno presovano jestivo biljno ulje, sa naznakom sirovine;
- devičansko jestivo biljno ulje, sa naznakom sirovine;
- jestivo nerafinisano biljno ulje, bez naznake sirovine
- jestivo rafinisano biljno ulje, sa naznakom sirovine;
- mešano jestivo rafinisano biljno ulje, bez naznake sirovine i
- mešano jestivo biljno ulje, bez naznake sirovine.

Hladno presovano jestivo biljno ulje proizvodi se isključivo od jedne vrste sirovine, i u postupku proizvodnje nije dozvoljeno korišćenje aditiva. Dobija se mehaničkim presovanjem, bez zagrevanja. Primena termičkog tretmana u procesu dobijanja hladno presovanih ulja nije dozvoljena (osim toplote koja nastaje usled sila trenja u presi, ali ni ona ne sme biti viša od 50 °C). Ulje dobijeno na ovaj način zadržalo je sve prirodne sastojke i, uzimajući u obzir karakteristike tehnološkog procesa, ono je i najkvalitetnije. Još poznatiji naziv jestivog ulja dobijenog „hladnom“ tehnologijom jeste „hladno ceđeno ulje“.

Devičansko jestivo biljno ulje proizvodi se isključivo od jedne vrste sirovine i u postupku proizvodnje nije dozvoljeno korišćenje aditiva. Dobija se mehaničkim presovanjem, ali uz određeno (dozvoljeno) zagrevanje. Međutim, termički tretman ovih ulja je takav da nakon obrade ulje zadržava sve svoje prirodne sastojke i karakteristike.

Jestivo nerafinisano biljno ulje dobija se mešanjem hladno presovanih jestivih biljnih ulja i/ili devičanskih jestivih biljnih ulja.

Jestivo rafinirano biljno ulje proizvodi se ekstrakcijom pomoću rastvarača i rafiniranjem, isključivo od jedne vrste sirovina.

Mešano jestivo rafinirano biljno ulje dobija se mešanjem dve ili više vrsta jestivih rafiniranih biljnih ulja.

Mešano jestivo biljno ulje dobija se mešanjem hladno presovanih jestivih biljnih ulja i/ili devičanskih jestivih biljnih ulja i/ili rafiniranih jestivih biljnih ulja.

Razumljivo je da je ulje dobijeno postupkom presovanja kvalitetnije od ulja dobijenog postupkom ekstrakcije. Takođe, s obzirom na to da je u postupku dobijanja devičanskih biljnih ulja dozvoljeno zagrevanje, jasno je zašto su ona slabijeg kvaliteta od hladno ceđenih ulja. Budući da se u postupku proizvodnje rafiniranih ulja, pored korišćenja organskih rastvarača, koriste i veoma visoke temperature, neizbežno je da se to nepovoljno odražava na njihovu hranljivu vrednost i kvalitet upotrebe.

Ulje se pakuje u PET ambalažu, u limenke i kante ili u višeslojnu ambalažu.

2.2. BILJNE MASTI

Prirodne biljne masti su u čvrstom stanju (kokosova, palmina, kakao maslac) ili se dobijaju hidrogenizacijom tečnih ulja, kada se dodavanjem vodonika nezasićene masne kiseline prevode u zasićene (hidrogenizovane masti).

Za razliku od većine biljaka koje u svojim lipidima imaju polinezasićene masne kiseline, tropske biljke koje služe za dobijanje masti (kakao, palma, kokos) sadrže veliku količinu zasićenih masnih kiselina, uglavnom masnih kiselina kratkog lanca.

Palmina mast dobija se iz jezgra koštice palme uljarice. Palmina mast sadrži 84% zasićenih masnih kiselina. Na sobnoj temperaturi je u čvrstom stanju. Boje je narandžastožute do smeđecrvene. Tačka topljenja palmine masti je oko 26 °C. Najviše se koristi u konditorskoj industriji i kao dodatak margarina, jer sadrži dosta vitamina A i stabilna je u pogledu oksidacije.

Kokosova mast proizvodi se iz semena jezgra kokosova oraha. Sadrži preko 90% zasićenih masnih kiselina. Bele je boje i svojstvenog ukusa i mirisa. Tačka topljenja ove masti je između 23 i 28 °C. Osim kao jestiva mast, kokosova mast koristi se i u konditorskoj industriji i za proizvodnju margarina.

Kakao mast (kakao maslac) se dobija iz semena biljke kakaovca, presovanjem kakao mase. Mast je svojstvenog mirisa i ukusa, svetle do tamnožute boje. Tačka topljenja joj je između 33 i 36 °C. Upotrebljava se u proizvodnji čokolade i u konditorskoj industriji.

3. PROIZVEDENE MASTI (MARGARINI, HIDROGENIZOVANE BILJNE MASTI)

U proizvedene masti ubrajaju se hidrogenizovane biljne masti, margarin i drugi masni namazi, majonez i srodni proizvodi.

Hidrogenizovane biljne masti (jestive masti) dobijaju se postupkom hidrogenizacije od jestivih ulja i masti biljnog porekla. Mogu biti čvrste i mekane. U njihovoj proizvodnji dozvoljena je upotreba aditiva.

Hidrogenizacije je postupak dodavanja vodonika nezasićenim masnim kiselinama radi smanjivanja broja dvostrukih veza u lipidima. Osnovni cilj hidrogenizacije je smanjenje konzistencije tečnih ulja u čvrste strukture, ali i povećanje termičke i oksidativne stabilnosti ulja. Smanjenjem dvostrukih veza u lancu, postiže se veća stabilnost samog lanca masne kiseline, a samim tim i duža održivost proizvoda.

Proces hidrogenizacije podrazumeva da se biljna ulja greju pod pritiskom, pri čemu se, u prisustvu metalnih katalizatora (bakra ili nikla), dodati vodonik „ugrađuje“ u sam lanac masne kiseline i one postaju zasićene. Međutim, pošto su potpuno zasićene masti previše čvrste, ulja se samo delimično hidrogenizuju – do nivoa kada dobiju konzistenciju koja odgovara nameni konkretnog proizvoda. Reakcija se pažljivo kontroliše i zaustavlja u momentu kada se dostigne željeni obim hidrogenizacije, odnosno odgovarajuća stabilnost i fizičke osobine ulja. Hidrogenizovana i delimično hidrogenizovana ulja se nalaze u većini margarina i u prženoj hrani. Dodaju ju se grickalicama, keksu i krekeru radi poboljšanja ukusa, konzistencije i produženja roka trajanja.²⁸

Proces hidrogenizacije izaziva konverziju nekih *cis*²⁸ dvostrukih veza u njihovu *trans* konfiguraciju i, kako hidrogenizacija napreduje, postepeno napreduje stvaranje masnih kiselina kao sporednih proizvoda ovog procesa. Većina formiranih transmasnih kiselina su mononezasićene.

U prirodi se nalazi mala količina *trans* masti. Ima ih pre svega u mlečnim proizvodima, ali i u mesu i ostalim namirnicama životinjskog porekla.

28 Dvostruke veze omogućavaju postojanje „konfiguracionih izomera“ koji su opisani latinskim jezikom prefiksi „*cis*“ (na istoj strani) i „*trans*“ (na drugoj strani) i označavaju orijentacija vodikovih atoma u odnosu na dvostruku vezu. U *cis* obliku, atomi vodonika vezani za atome ugljenika na istoj strani dvostruke veze. U *trans* u konfiguraciji, atomi vodonika nalaze se na suprotnim stranama dvostruke veze.

3.1. MARGARIN

Margarin se dobija mešanjem biljnih i/ili životinjskih masti i ulja sa sastojcima mleka, emulgatorima, solju i drugim dodacima, u razmeri koja obezbeđuje da u krajnjem proizvodu ima najmanje 82% masnoća. Svi sastojci se najpre moraju dobro izmešati i emulgovati. Dobijena emulzija se zatim hladi, gnječi i oblikuje. Potrebno je napomenuti da margarin koji je namenjen za kuvanje i pripremu hrane ima višu tačku topljenja nego margarin koji je namenjen za namaz.

U zavisnosti od kvaliteta masti i drugih sirovina koje se koriste u proizvodnji margarina, margarin se stavlja u promet kao: delikatesni, dijetalni, vrhunski, stoni i margarin za kuvanje.

3.2. MAJONEZ I SRODNI PROIZVODI

Majonez i srodni proizvodi su stabilne emulzije ulja u vodi, a u prodaji se nalaze kao:

- majonez,
- salatni majonez;
- lagani majonez;
- majonezni sos;
- salatni preliv (*dressing*).;
- salate sa majonezom ili proizvodima srodnim majonezu.

Majonez se dobija mešanjem jestivog biljnog ulja, žumanaca jaja, sirćetne kiseline ili neke druge jestive organske kiseline (limunske), senfa, šećera i začina. Sadrži najmanje 75% jestivog biljnog ulja i najmanje 6% žumanceta. *Light* majonez se može proizvoditi i bez žumanceta.

Salatni majonez se dobija mešanjem rafinisanog biljnog ulja i sirćetne ili neke druge organske kiseline. Mogu biti s raznim dodacima (jaja, kuhinjska so, ugljeni hidrati, zaslađivači, senf, mlečni proizvodi, brašno, začini).

Sosevi i salatni prelive (*dressing*) dobijaju se od majoneza i/ili salatnih kremova, usitnjenog povrća i začina. To su tečne emulzije ulja u vodi, slične majonezu, sa dodacima začina ili povrća u količinama koje proizvodu daju karakterističan miris i ukus. U zavisnosti od sirovina koje se koriste u njihovoj proizvodnji, poznati su kao: francuska salata, ruska salata, salata s ribom, salata s mesom.

4. OSOBINE MASTI I ULJA

Značajna osobina lipida s kojom su povezana druga njihova svojstva je tačka topljenja.

Tačka topljenja lipida je temperatura na kojoj čvrsti lipidi postaju tečnost. Zbog razlike u hemijskim strukturama, različite vrste lipida imaju različite temperature topljenja. Hemijski sastav masti i ulja u pogledu sadržaja masnih kiselina prikazan je u *tabeli 27*.

Svaka mast ili ulje sadrži trigliceride koji se tope na različitim temperaturama, u zavisnosti od sastava masnih kiselina. Neki lipidi imaju širok opseg topljenja, dok drugi, kao što su maslac ili kakao maslac, imaju uzak opseg topljenja. Čokolada ima uzak opseg topljenja koji je blizu čovekove telesne temperature. Otuda potiče njeno karakteristično svojstvo da se topi u ustima. Tačka topljenja nikada nije strogo definisana jednom temperaturnom tačkom, već je uvek predstavljena opsegom. Najznačajniji faktori od kojih zavise tačke topljenja pojedinih masnih kiselina su: dužina lanca, broj dvostrukih veza (stepen zasićenja) i njihove konfiguracija.

Lipidi sa dužim lancima imaju više tačke topljenja u odnosu na lipide sa kraćim lancima. Tačka topljenja raste kako se molekulske mase lipida povećavaju. Na primer, kratkolančana masna kiselina, tečna je na 10 °C (to joj je tačka topljenja). Na istoj toj temperaturi, dugolančana masna kiselina je čvrsta. Tečna je tek na 20 °C.

Kokosovo ulje/mast ima visok sadržaj zasićenih masnih kiselina (90%), ali bez obzira na to, ima nisku tačku topljenja (24 do 27 °C). Razlog tome je veliki broj masnih kiselina relativno kratkog lanca (12 atoma ugljenika). Svinjska mast, pak, sadrži samo oko 37% zasićenih masnih supstanci, ali je sačinjavaju masne kiseline dugih lanaca, pa je pri temperaturi od 27 °C polučvrsta.

Tabela 27. Sadržaj masnih kiselina u uljima i mastima

Masti i ulja	Zasićene masne kiseline (%)	Mononezasićene masne kiseline (%)	Polinezasićene masne kiselina (%)
Ulje uljane repice	7	61	21
Ulje šafranike	10	14	76
Suncokretovo ulje	12	16	71
Kukuruzno ulje	13	29	57
Maslinovo ulje	15	75	9
Sojino ulje	15	23	54
Ulje kikirikija	19	48	33
Pamukovo ulje	27	19	54
Svinjska mast	43	47	9
Goveđi loj	48	49	2
Palmino ulje	51	39	10
Maslac	68	28	3
Kokosovo ulje	91	7	/

Izvor: *Preuzeto i adaptirano iz Vaclavic i Christian (2014)*

Dugolančane masne kiseline imaju više tačke topljenja od kratkolančanih masnih kiselina, jer postoji više potencijala za privlačenje između dugih lanaca nego između kratkih lanaca masnih kiselina. Slikovitosti radi, privlačenje među lancima masnih kiselina može se predstaviti kao efekat rajsferšlusa. Dug rajsferšlus je mnogo jači nego kratak, jer se više zuba međusobno ukršta. Već je istaknuto da su masti čvršće od ulja zato što se u prostoru nalaze u zbijenom poretku. Maslačna kiselina, na primer, ima u svom lancu četiri atoma ugljenika (kratkolančana je) i njena tačka topljenja je 7,9 °C, dok stearinska kiselina ima 18 ugljenikovih atoma i tačka topljenja joj je znatno viša - od 69,6 °C. Tako je stearinska kiselina na sobnoj temperaturi čvrsta, a maslena kiselina je tečna.

Drugi faktor koji određuje tačku topljenja je broj dvostrukih veza u lancu masne kiseline. Zato nezasićeni lipidi imaju niže tačke topljenja nego zasićeni lipidi iste dužine.

Dakle, **tačka topljenja lipida se smanjuje kako se stepen nezasićenosti masnih kiselina povećava**. Na primer, linolna kiselina (nezasićena) ima nižu tačku topljenja od stearinske kiseline (zasićena), iako imaju isti broj ugljenikovih atoma. Prisustvo dvostrukih veza u lancu masnih kiselina otežava da se molekuli međusobno uklope, tako da su privlačne sile između molekula slabije. To je razlog što maslac ima višu tačku topljenja nego maslinovo ulje, te je na sobnoj temperaturi u čvrstom, a maslinovo ulje u tečnom stanju.

Tačka topljenja lipida zavisi i od toga da li se masne kiseline nalaze u *cis* ili *trans* formaciji, jer konfiguracija dvostruke veze u *cis* položaju omogućava veću pokretljivost lanca, u odnosu na *trans* konformaciju. Shodno tome, ***cis* izomer ima nižu tačku topljenja od *trans* izomera, jer se molekuli u *cis* konfiguraciji međusobno ne uklapaju kao molekuli u *trans* konfiguraciji.**

5. KVARENJE MASTI I ULJA

Kvarenje lipida sastoji se u hemijskim promenama koje su praćene pojavom karakterističnih mirisa i ukusa, što se prepoznaje kao užeglost masti. Kvarenje masti se može odvijati u dva pravca, u zavisnosti od toga da li (kvarenje) nastaje kao posledica hidrolize ili kao posledica oksidacije masnih kiselina. Oba ta procesa mogu da se odvijaju istovremeno. U svakom slučaju, do kvarenja dolazi usled delovanja fizičkih, hemijskih i bioloških faktora.

U fizičke faktore kvarenja ubrajaju se svetlost i temperatura. Hemijski faktori su: prisustvo kiseonika iz vazduha, prisustvo nezasićenih masnih kiselina u sirovini, prisustvo vode, prisustvo slobodnih radikala i dr. Biološke faktore čine prisustvo lipolitičkih enzima i prisustvo lipolitičkih mikroorganizama i njihovih enzima.

Kvarenje masti usled hidrolize (kada mast dolazi u kontakt s vodom) posledica je prisustva enzima u masnom tkivu ili enzima koji potiču od mikroorganizama. Prilikom hidrolize masti dolazi do stvaranja slobodnih masnih kiselina. Međutim, proces se najčešće tu ne zaustavlja. Naime, masne kiseline podležu oksidaciji usled koje nastaje niz produkta, kao što su aldehidi i ketoni koji su odgovorni za pojavu karakterističnog mirisa i ukusa na užeglost. Maslac, na primer, sadrži enzim lipazu i, ukoliko se ostavi na sobnoj temperaturi (pri višoj temperaturi vazduha), dolazi do stvaranja karakterističnog mirisa na užeglost. Primer hidrolitičke užeglosti je i užeglost koja nastaje kao posledica prženja "mokre hrane" u dubokim i vrelin uljima. Prisustvo veće količine vode u hrani ("mokra hrana") pospešuje nastanak hidrolitičke užeglosti. Zato je veoma važno da hrana koja se prži bude što suvlja pre nego što se stavi u vrelo ulje. To upućuje na zaključak da se i masti i ulja moraju čuvati odvojeno od vode.

Hemijska ili oksidaciona užeglost nastaje u uslovima u kojima je neophodno prisustvo kiseonika. Procesu oksidativne užeglosti podložne su nezasićene masne kiseline. Što je veća prisutnost dvostrukih veza u lancu masnih kiselina, to je veća mogućnost da u prisustvu kiseonika dođe do oksidacione užeglosti. U osnovi oksidacione užeglosti je najpre nastanak peroksida - nestabilnih jedinjenja od kojih u kasnijim fazama nastaju aldehidi i ketoni. Na pojavu ove užeglosti u velikoj meri utiče prisustvo odnosno odsustvo antioksidanata. Biljne masti, naročito one dobijene iz semena, nisu podložne oksidaciji (mnogo su stabilnije) zato što u svom sastavu imaju veće količine antioksidanata, kao što je vitamin E.

Zbog toga je izuzetno važno da se masti i ulja čuvaju na hladnom mestu, zaštićeni od svetlosti i u zatvorenoj ambalaži koja onemogućava prisustvo kiseonika i njegov kontakt sa masnim kiselinama.

U tu svrhu najbolje je koristiti vakuumska pakovanja i ambalažu koja sprečava prodiranje svetlosti (obojeno staklo, na primer). Iz istog razloga (radi sprečavanja oksidacije), masti i ulja treba čuvati u ambalaži bez prisustva gvožđa i bakra koji bi mogli da posluže kao katalizatori oksidacije.

6. PROMENE MASTI I ULJA U TOKU TERMIČKE OBRADE

Prženje hrane u mastima i uljima je jedna od uobičajenih tehnika termičke obrade hrane. Prednost prženja je u tome što dolazi do brzog prenosa toplote od izvora toplote, preko medijuma (mast ili ulje) do hrane, pa sam postupak obrade kratko traje. Prilikom prženja hrana se izlaže visokoj temperaturi, dolazi do uklanjanja vode i omogućava se upijanje ulja.

Masti i ulja koja se koriste za termičku obradu hrane treba da budu bez boje, bez mirisa i bez prisustva nečistoća, i da imaju visoku tačku dimljenja.

Tačka dimljenja lipida je temperatura na kojoj lipidi odaju vidljivu belu paru (lipidi počinju da se razgrađuju i nastaju štetna jedinjenja, kao što su slobodni radikali i akrolein. Različite vrste lipida imaju različite tačke dimljenja zbog razlika u njihovim hemijskim strukturama. Važno ih je poznavati zbog toga što na tim temperaturama lipidi počinju da se raspadaju, čime se narušava njihova struktura i menjaju njihove organoleptičke karakteristike. U poređenju sa hidrogenizovanim mastima i uljima, svinjska mast, maslac i margarin, imaju nisku tačku dimljenja. Ulje semena pamuka i kikirikija imaju visoke tačke dimljenja. Može se reći da lipidi u čijem sastavu preovladavaju zasićene masne kiseline imaju niže tačke dimljenja nego lipidi sa nezasićenim kiselinama. Na primer, maslac će davati vidljivu belu paru na nižim temperaturama u odnosu na suncokretovo ulje. Kada se pređe tačka dimljenja, lipidi mogu dostići tačku paljenja. **Tačka paljenja** je zapravo ona temperatura pri kojoj može doći do pojave plamena u zagrejanom ulju ili mastima. Tačka dimljenja najčešće korišćenih masti i ulja u kulinarstvu prikazana je u *tabeli 28*.

Produženo ili ponovljeno zagrevanje dovodi do dalje razgradnje lipida; do njihove oksidacije i hidrolize, čime se proizvode slobodne masne kiseline. To je jedan od razloga zašto isti lipidi (masti ili ulja) ne treba da se koriste više puta za prženje ili pečenje. Što se više puta koriste, tačka dimljenja im se sve više smanjuje. Tačka dimljenja lipida zavisi i od njihove čistoće. Lipidi koji u sebi sadrže više čestica hrane imaju nižu tačku dimljenja.

Tabela 28. Tačke dimljenja najčešće korišćenih masti i ulja

Ulje	Tačka dimljenja (°C)	Ulje	Tačka dimljenja (°C)
Rafinisano ulje avokada	271	Kanola ulje	204
Nerafinisano ulje avokada	249	Goveđi loj	205
Ulje šafranike	210-232	Ulje semenki grožđa	199
Sojino ulje ulje	230	Pačija mast	190
Palmino ulje	230	Ekstradevičansko maslinovo ulje	190
Ulje kikirikija	230	Svinjska mast	138 - 201
Ulje kukuruza	230	Maslac	177
Suncokretovo ulje	227	Kokosovo ulje	177
Susamovo ulje	210	Margarin	163

Izvor: Preuzeto i adaptirano sa: <https://homecookworld.com/cooking-oils-smoke-points/>

Kao posledica razgradnje lipida prilikom termičke obrade nastaju isparljiva jedinjenja, kao što su aldehidi, ketoni, dieni, kiseline. Glavni produkt razgradnje su aldehidi koji mogu da imaju štetan uticaj na zdravlje ljudi. Glavni predstavnik aldehida je **akrolein**. Poznato je da stvaranje ovih jedinjenja raste eksponencijalno kada lipidi dostignu tačku dimljenja. Na primer, mast ima nižu tačku dimljenja nego suncokretovo ulje i zbog toga kod nje (masti) pre počinje intenzivnije stvaranje štetnih jedinjenja nego pri zagrevanju suncokretovog ulja. Pravilo je da prilikom termičke obrade ulja koja sadrže i veće količine nezasićenih masnih kiselina nastaje i veća količina štetnih jedinjenja. Više štetnih jedinjenja se stvara sagorevanjem suncokretovog ulja (jer ima pretežno nezasićene masne kiseline) nego sagorevanjem svinjske masti (više zasićenih masnih kiselina).

Preporučuje se da se ulja koriste za salate, dinstanje i kuvanje, dakle u svim slučajevima kada se ne primenjuju visoke temperature termičke obrade. Ukoliko se hrana prži, onda je bolje koristiti zasićenija ulja (palmino ulje), ili životinjske masti. Hladna ceđena ulja treba koristiti za salate, jer bi se njihovom termičkom obradom izgubili svi hranljivi sastojci sačuvani prilikom procesa hladnog ceđenja.

7. ZAMENE ZA MASTI I ULJA U HRANI

Imajući u vidu važeće smernice u vezi sa pravilnom ishranom, u interesu je potrošača da se smanji procenat lipida koje se unose hranom u toku dana. Podaci, međutim, govore da potrošnja masti i ulja po glavi stanovnika nije smanjena u skladu sa preporukama da manje od 30% unetih kalorija u toku dana bude iz masti i ulja, a da ostatak kalorija bude iz drugih izvora energije, kao što su proteini i ugljeni hidrati. Jedan od razloga zbog čega ova preporuka nije ispoštovana od strane većeg dela stanovništva jeste to što nijedna od komponenti hrane nije uspjela do u potpunosti nadomesti funkcije masti i ulja u hrani, kao ni osećaj ukusa i sočnosti hrane za koje su lipidi kao sastavni deo hrane zaslužni.

Zamene masti i ulja u recepturama mogu biti na bazi proteina, ugljenih hidrata ili na bazi materija izvedenih iz masti. Naravno, da bi se nadomestile sve funkcije masti u hrani i osećaj koji one pružaju, moguće je kombinovati više različitih komponenti i iskoristiti njihovo zajedničko delovanje. Takve kombinacije mogu da sadrže proteine, skrob, dekstrine, maltodekstrine, vlakna, emulgatore i agense za aromatizaciju.

Ugljeni hidrati pružaju manju količinu energije od masti, te se njihovom upotrebom umesto masti postiže snižavanje energetske vrednosti hrane i izbegava prekomeran unos masnoća. Skrobovi dobro deluju kao zamena za masti jer vezuju vodu i stvaraju gelove koji oponašaju masnoće u hrani. Skrobovi se u tu svrhu koriste duži niz godina u pekarskoj industriji. Derivati hidrolize skroba poznati kao maltodekstrini (klasifikovani kao hidrokoloidi) dobra su zamena za mast zato što stvaraju osećaj u ustima sličan onom do kojeg dovode masnoće. Voćne kaše, celuloza, gume, vlakna, dekstrini, maltodekstrini, koren biljke tapioka, krtola krompira, žitni skrob kukuruza, pirinač i ovas, takođe se koristi kao zamena za masti.

Kada kupuju proizvode na kojima se nalazi oznaka „smanjen sadržaj masnoća“, potrošači najčešće nisu ni svesni da tada najčešće kupuju hranu sa povećanom količinom ugljenih hidrata.

Zamene za masti mogu biti izvedene i iz proteina koji, kao i ugljeni hidrati, donose manju količinu energije u odnosu na masti. Kao zamena najviše se koristi želatin. Međutim, postoje i drugi proteini koji daju hrani teksturu sličnu onoj koju daju masnoće u hrani. U procesu proizvodnje proteina koji treba da posluže kao zamena za masnoće u hrani, oni (proteini) se zagrevaju i mešaju velikom brzinom pri visokoj temperaturi, kako bi se stvorile sitne proteinske čestice. Kada se ovako dobijeni proteini dodaju hrani kao zamena za masnoće, oni utiču na teksturu hrane i proizvode kremast osećaj u ustima sličan onom koji potiče od masnoća u hrani. Mana ovih zamena na bazi proteina jeste to što proteini, zbog svoje osobine da denaturišu se pri visokim temperaturama, ne mogu da se koriste za prženje hrane. Umesto toga, nalaze primenu u proizvodnji namaza sa maslacem, sira, sladoleda, umaka, majoneza i pavlake.

Koncentrati proteina surutke i njeni izolati kao i proteini soje su proteini kojima se mogu obezbediti neka od funkcionalnih svojstava masnoća u hrani. Soja se može koristiti za emulgovanje ili želiranje i dozvoljeno je da se dodaje proizvodima od mesa u količini koja ne prelazi 2% ukupne mase proizvoda.

Postoje zamene za masti u hrani koje su izvedene iz samih masti. Jedna od zamena te vrste je *olestra*. Olestra se razlikuje od masti i ulja po svom hemijskom sastavu i svojstvima. Olestra je poliestar saharoze koja nastaje kao reakcija šest do osam masnih kiselina sa osam slobodnih hidroksilnih grupa saharoze. Olestra se u digestivnom traktu ne resorbuje i ne vari, tako da ne utiče na povećavanje dnevnog unosa energije. Za razliku od zamena za masti izvedenih iz proteina koje kao takve ne mogu da se koriste na visokim temperaturama, olestra može da se koristi i za prženje hrane.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Podela masti i ulja prema poreklu
- Karakteristike životinjskih masti.
- Karakteristike biljnih masti.
- Presovanje i ekstrakcija u postupku dobijanja jestivih biljnih ulja.
- Kvalitet biljni jestivih ulja.
- Šta su hidrogenizovana bilja ulja?
- Šta je margarin?
- Šta je tačka topljenja lipida i od čega ona zavisi?
- Šta je tačka dimljenja lipida i od čega ona zavisi?
- Šta je užeglost masti i ulja i zašto do nje dolazi?
- Šta su zamene za masti i ulja u hrani?
- Šta je olestra?



Drugi deo
10. POGLAVLJE

MED I PROIZVODI OD MEDA



MED I PROIZVODI OD MEDA

Čovek je od najstarijih vremena imao koristi od pčela. Stanovnici antičke Grčke prvi su počeli da se bave pčelarstvom i koristili su med kao hranu i kao lekovito sredstvo. Med predstavlja veoma vrednu namirnicu izuzetnog sastava i svojstava. Osim medu, danas se puno pažnje pridaje i ostalim proizvodima iz pčelinje košnice.

1. MED

Med je prirodan, sladak, viskozan, tekući ili kristalisan proizvod medonosne pčele spravljen od nektara biljaka ili od izlučevina insekata koji se hrane biljnim sokom. Pčele proizvode med preradom nektara i preradom medljike. Otuda potiče osnovna podela meda na nektarni i medljikovac. Prerada nektara²⁹ i medljike³⁰ u med je složen proces u okviru kojeg se nalaze dva procesa. Prvi proces je isparavanje vode, a drugi je hidroliza saharoze u fruktozu i glukozu. Tako zasnovan proces ukazuje na to da u sastav meda ulaze dve grupe komponenata: sastojci koji vode poreklo od medonosnih biljaka i sastojci koje dodaju pčele.

Prema Pravilniku o kvalitetu meda i drugih proizvoda pčela (Sl. glasnik RS, 101/15), med je definisan kao „prirodna, slatka supstanca koju proizvode medonosne pčele (*Apis mellifera*) preradom nektara biljaka, ili iz sokova sa živih delova biljaka, ili sakupljanjem ekskreta insekata koji se hrane sišući sokove sa živih delova biljaka, koje pčele sakupljaju, prerađuju i dodaju sopstvene specifične supstance, dehidriraju i odlažu u ćelije saća do sazrevanja.“ Evropsko zakonodavstvo, kao i *Codex Alimentarius*³¹ definišu med na isti način.

29 Nektar je slatka tečnost koju izlučuju biljne žlezde nektarije.

30 Medljika ili medna rosa je slatka tečnost, odnosno proizvod lisnih i štitastih vaši (najvažnijih za pčelarstvo).

31 *Codex Alimentarius* (latinski „knjiga, propisi ili zbornik zakona o hrani“) je zbir međunarodno priznatih standarda, pravila, smernica postupanja i drugih preporuka vezanih za hranu, proizvodnju hrane i bezbednost hrane za upotrebu.

Iz navedene definicije koja govori o načinu nastanka meda, proizilazi da med praktično ima dvostruko poreklo, tj. da je namirnice i biljnog i životinjskog porekla. Međutim, Pravilnikom o kvalitetu meda i drugih proizvoda pčela ("Sl. glasnik RS", br. 101/2015), eksplicitno je definisano da je med namirnica životinjskog porekla.

1.1. HEMIJSKI SASTAV MEDA

U poređenju sa nektarom i medljikom, med je bogatiji šećerima. Med je sastavljen najviše od monosaharida fruktoze i glukoze (od 45-70%). Odnos fruktoze prema glukozi je uglavnom veći od 1. Fruktoza je u proseku zastupljena od 21,7 do 53,9%, dok je procenat glukoze od 20,4 do 44,4%. Pored fruktoze i glukoze, u medu je prisutno i preko 20 različitih disaharida i oligosaharida u količini od oko 10-12%.

Voda je drugi najzastupljeniji sastojak meda. Njen udeo u medu je 25%. Ostatak meda (oko 0,5-1,5%) čine male količine drugih supstanci, kao što su: proteini, vitamini, minerali, enzimi, organske kiseline, antioksidanti, flavonoidi i hidroksimetilfurfural (HMF).

Kristalizacija je prirodno svojstvo meda i zavisi od njegovog sastava i uslova čuvanja. Med je prezasićen rastvor glukoze koji procesom kristalizacije suviše glukoze spontano prelazi u stanje ravnoteže. Fruktoza pri tome ne kristališe i ostaje u tečnom stanju. Ukoliko u medu ima više fruktoze i vode, kristalizacija je sporija. Najpovoljnije temperature za kristalizaciju su od 10 do 15 °C. Bagremov med i kestenov med ne kristališu, ili to čine veoma sporo.

Zbog velikog viskoziteta, visokog osmotskog pritiska, niske aktivnosti vode (0,5 – 0,6), niskog sadržaja belančevina, niskih pH vrednosti (oko 3,9) i niskog redoks potencijala (anaerobna sredina), med je nepodesan medijum za razvoj i rast mikroorganizama (*tabela 29*).

Inhibitorna aktivnost meda protiv različitih bakterija do sada je objavljena u više studija.

Tabela 29. Faktori antimikrobne aktivnosti meda

Visoki osmotski pritisak kao posledica visokog sadržaja šećera
Niska aktivnost vode (0,5 - 0,6)
Nizak sadržaj belančevina
Nizak redoks potencijal, zbog velikog broja redukujućih šećera
Veliki viskozitet
Glukoza-oksidaza sistem koji učestvuje u formiranju vodonik peroksida
Ostali antimikrobni principi kao što su flavonoidi, lizozim, fenolna kiselina, eterična ulja

Izvor: *Preuzeto i adaptirano iz Teodorović i sar. (2015)*

Zahvaljujući antimikrobnim svojstvima meda, jedini mikroorganizmi koji se u njemu mogu naći su:

- kvasci i
- sporulirajuće bakterije (spore bakterija roda *Bacillus* i spore bakterija roda *Clostridium*).

Pojedini kvasci mogu rasti pri aktivnosti vode nižoj od 0,60, a spore su oblik bakterija koja preživljava nepodobne uslove sredine.

1.2. PODELA MEDA

U zavisnosti od toga šta su pčele iskoristile iz prirode za pravljenje meda, med može biti: nektarni i medljikovac.

Postoje dve vrste nektarnog meda:

- sortni med (lipov, bagremov, suncokretovi dr.) i
- cvetni med.

Sortni med je proizvod kojeg pčele proizvode od nektara cvetova medonosnih biljaka jedne vrste. Med pod nazivom određene vrste medonosne biljke mora imati ukus i miris karakterističan za tu biljku.

Cvetni med pčele proizvode od nektara medonosnih cvetova više različitih vrsta biljaka.

Medljikovac pčele proizvode od medonosnih sastojaka sa živih delova biljaka ili biljnih ekskreta koje insekti izbacuju na žive delove biljaka. U poređenju sa cvetnim medom, medljikovac je tamniji, smolastog je izgleda, karakteristične boje i ukusa. Tipičan primer medljikovca je šumski med.

Prema načinu dobijanja med može biti:

- med u saću;
- med sa komadima saća;
- vrcani med (dobijen centrifugovanjem);
- muljani med (dobiven hladnim gnječenjem saća) i
- topljeni med (dobija se zagrijavanjem zdrobljenog saća do 50 °C).

Miris, ukus i boja meda zavise od njegovog porekla, zrelosti i načina skladištenja. Aroma svežeg zrelog meda je najizraženija, a najslabije je izražena ako su pčele dohranjivane šećerom, ili ako je medu dodavan invertni šećer ili saharoza.

Boja meda može biti od vrlo svetle do tamne. Konzistencija meda može biti tekuća ili kašasta, delomično ili potpuno kristalizirana.

Ako se med čuva u mračnim i hladnim prostorijama (pri temperaturi od oko 10 °C), on, zahvaljujući svojim antimikrobnim svojstvima, ima praktično neograničen rok trajanja.

2. PROIZVODI OD MEDA

Pčelinji proizvodi sadrže prirodne hranjive i lekovite materije koje imaju znatnu biološku vrednost. Pored meda, veoma vredni pčelinji proizvodi su: polen, matični mleč, proplis i perga.

Propolis je mešavine prirodnog pčelinjeg voska i smolastih materija koje pčele sakupljaju sa drvenastih biljaka. Propolis u sebi sadrži čak oko 200 različitih sastojaka. Najbitniji među njima su: cvetni prah, vosak, smola, biljni balzami, esencijalna ulja, oligoelementi i vitamini. Propolis spada u prirodne antibiotike.

Pčelinji vosak je proizvod voštanih žlezda pčela radilica. To je kompaktna smeša masti i ugljovodonika. Koristi se za izradu saća.

Polen prah je proizvod koji pčele sakupljaju sa cvetova biljaka, oblikuju ga u grudvice i dodaju mu sopstvene specifične supstance.

Matična mleč je mlečni sekret koji proizvode pčele radilice. Tačnije, matični mleč je proizvod podždrelnih žlezda mladih pčela. Mlečne je boje, guste konzistencije, karakterističnog ukusa i mirisa, a sadrži minerale, vitamine, proteine i enzime. Sadržaj proteina treba da je najmanje 11%.

Perga je jedan od najkvalitetnijih proizvoda od pčela. Ona predstavlja fermentisani polen. Pčele unose polen u saće, skladište ga, obogaćuju ga enzimima i on fermentiše najmanje 21 dan.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Hemijski sastav meda.
- Koji su antimikrobni faktori meda?
- Proizvodi od meda.



Treći deo
11. POGLAVLJE

ŽITA I NJIHOVI PROIZVODI



ŽITA I NJIHOVI PROIZVODI

S obzirom na to da se uzgajaju na ogromnim površinama i da su najvažnija sirovina za prehrambenu industriju i stočnu hranu, žita imaju veliki privredni značaj širom sveta. Oko 70% svih oranica u svetu zasejano je žitima; pre svega pšenicom, kukuruzom i pirinčem. Žita su od velikog značaja zato što su njihov prinos i njihovo uzgajanje takvi da se relativno lako obezbeđuje velika količina hrane. Žita su veoma zahvalna za skladištenje. Naime, malo je namirnica koje se mogu skladištiti mesecima pre upotrebe kao što to mogu žita. Prema važećim smernicama pravilne ishrane, žita čine osnovu pravilne ishrane i iz njih se obezbeđuje najveći deo energetskeg dnevnog unosa. Osim toga, njima se u proseku podmiruje polovina potreba za proteinima. Žitom se podmiruje oko 38% potreba u energiji i oko 37% potrebe za proteinima. Međutim, te potrebe se ne podmiruju zbog toga što su žita bogata proteinima, kao što je to meso, već zato što se unose u velikim količinama. Žita su odličan izvor vlakana (rastvorljivih i nerastvorljivih) i značajan su izvor kompleksa B vitamina. Zbog svog nutritivnog sastava i pogodnosti za proizvodnju, preradu i čuvanje, žita učestvuju sa 70% u ishrani naroda nerazvijenih zemalja. Učešće žita u ishrani ljudi razvijenih zemalja znatno je manje (oko 30%). Najznačajniji su izvor ugljenih hidrata, pre svega skroba.

Žita ili cerealijske su jednogodišnje biljke iz porodice trava (*Gramineae*), čiji zrnasti plodovi služe za ishranu ljudi i kao sirovina u prehrambenoj industriji. U žita se ubrajaju: pšenica, raž, ječam, pirinač, ovas, kukuruz, proso, spelta, heljda, sirak i hibrid pšenice i raži pod nazivom *triticale*. Treba napomenuti da heljda spada u porodicu *Poligonaceae*, ali se zbog načina uzgajanja i upotrebe koji je sličan načinu uzgajanja i upotrebe žita svrstava (uslovno) u žita.

1. GRAĐA I SASTAV ZRNA ŽITA

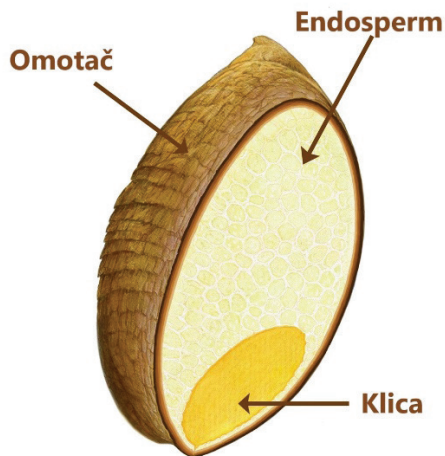
Zrno žita je bogato ugljenim hidratima, belančevinama, celulozom, mineralnim materijama i vitaminima. Celo zrno žita sadrži prosečno 66,4% ugljenih hidrata, 14,4% vode, 13% belančevina, 3% sirove celuloze, 1,7% mineralnih materija i 1,5% masti. Pored toga, zrno žita sadrži i vitamine (naročito vitamine iz B grupe i vitamine E i D). Navedeni sastojci nisu ravnomerno raspoređeni u zrnu.

1.1. GRAĐA ZRNA ŽITA

Zrno žita se sastoji iz tri osnovna anatomska dela koja se razlikuju po funkciji, građi i sastavu. To su:

1. omotač ili ljuska (mekinja);
2. endosperm (jezgro) i
3. klica (slika 18).

Slika 18. Građa zrna žita



Izvor: Preuzeto i adaptirano sa: <https://wholegrainscouncil.org/what-whole-grain>

Omotač (ljuska ili mekinje) zrna žita je spoljašnja opna koja čini od 8% (pšenica) do 40% (ovas) ukupne mase zrna. Osnovna funkcija omotača je da štiti unutrašnje delove zrna od spoljašnjih uticaja. U toku mlevenja omotač (ljuska) se odvaja od ostalog dela zrna i od njega se dobijaju mekinje. Omotač sadrži dosta celuloze, hemicelulze i lignina, manju količinu masti i proteina, ali znatnu količinu mineralnih materija i vitamina. Mekinje predstavljaju značajan izvor vlakana u ljudskoj ishrani. Naravno, one se funkcionalno značajno međusobno razlikuju u zavisnosti od toga od kojeg žita potiču. Pšenične mekinje, na primer, sadrže nerastvorljiva vlakna koja u telu uglavnom deluju kao laksativ, dok ovsene mekinje sadrže rastvorljiva vlakna i poznato je da utiču na smanjenje nivoa holesterola u krvi.

Endosperm je najznačajniji deo zrna žita i učestvuje u ukupnoj masi zrna od oko 51% kod ovasa do oko 85% kod pšenice. Endosperm je bogat ugljenim hidratima i proteinima, ali je siromašan mastima, mineralnim materijama i vitaminima. Endosperm pšenice, na primer, ima najviše skroba (70%), oko 15 % vode i oko 10% proteina.

Aleuronski sloj se nalazi odmah ispod omotača, a na površini endosperma. Pri ljuštenju zrna Aleuronski sloj se skida zajedno sa omotačem. Najveći deo ovog sloja čine proteini (od 20 do 30% svih proteina endosperma), zatim masti (oko 7% ukupne masti endosperma), mineralne materije i vitamini.

Jezgro endosperma je unutrašnji i najveći deo zrna. Obuhvata od 78% do 84% njegove mase. U jezgru ima najviše skroba koji se nalazi u obliku skrobnih zrnaca. Skrob predstavlja rezervnu hranu klice u toku klijanja zrna. Potapanjem zrna, skrob upija vodu i bubri i tako povećava svoju zapreminu. Skrob je najviše skoncentrisan u središtu endosperma, a na periferiji ga ima znatno manje.

Proteini koji se nalaze u jezgru endosperma popunjavaju prostor između skrobnih zrnaca i slepljuju ih. Ovo je posebno važno za kvalitet zrna zbog toga što skrob i belančevine formiraju lepak od kojeg zavisi pecivna sposobnost brašna.³²

Klica (*embrion*) čini oko 3% zrna. Nalazi se koso položena u osnovi zrna i predstavlja mesto odakle počinje nicanje nove biljke. Klica je bogata belančevinama (veće biološke vrednosti od belančevina endosperma). Osim toga, klica sadrži dosta masti (od 6 do 10%), esencijalnih masnih kiselina, enzima, mineralnih materija (kalcijum, fluor, gvožđe, bakar, mangan, cink) i vitamina A, C, B, E i D. U procesu prerade zrna klice se otklanjaju. To se čini zbog toga što one sadrže veći procenat masti, a to otežava čuvanje proizvoda od zrna. Naime, poznato je da masti lako užegnu i tada je pecivna sposobnosti brašna smanjena. Manje količine klica koriste se za ljudsku ishranu (kao zamena za orahe), a najveći deo njih koristi se za stočnu hranu ili za proizvodnju ulja.

32 Kvalitet brašna se ocenjuje prema upotrebnoj vrednosti - pecivosti, odnosno pogodnosti da se od njega dobije kvalitetan gotov proizvod.

Uklanjanjem omotača sa aleuronskim slojem i klice, smanjuje se hranljiva vrednost zrna žita, pre svega zbog gubitka proteina, masti, vitamina i minerala, ali se time dobija brašno boljih tehnoloških karakteristika i veće održivosti.

1.2. HEMIJSKI SASTAV ŽITA

Hemijski sastav žita zavisi od vrste, sorte i uslova gajenja žita. Prosečan hemijski sastav pojedinih vrsta žita prikazan je u *tabeli 30*.

Imajući u vidu podatke navedene u *tabeli 30*, može se reći da su žita prvenstveno izvor **ugljenih hidrata** (79–83%), pre svega skroba (54 do 75%). Na drugom mestu, sa prosečnim učešćem od oko 6%, nalaze se sirova vlakana (celuloze i hemiceluloze). Dekstrini, maltoza, saharoza i glukoza nalaze se u manjim količinama i to uglavnom u klici i omotaču zrna.

Veću količinu sirovih biljnih vlakana sadrže integralna žita i njihovi proizvodi. Rastvorljiva biljna vlakna nalaze se vezana za aleuronski sloj endosperma. Sadržaj celuloze i drugih biljnih vlakana u proizvodima od žita, kao i sadržaj mineralnih materija, vitamina i proteina zavisi od stepena obrade, odnosno mlevenja.

Tabela 30. Hemijski sastav pojedinih vrsta žita

Vrsta žita	Masti (g)	Proteini (g)	Ugljeni hidrati (g)		Sirova vlakna (g)	Pepeo (g)	Voda (g)
			Skrob	Ostali			
Pšenica	1,75	12,20	64,08	6,36	1,90	1,70	13,65
Raž	1,79	11,40	62,00	7,82	5,00	1,81	15,06
Ječam	2,16	11,14	61,76	7,60	6,50	2,70	13,77
Proso	4,50	11,00	57,00	58,00	13,00	3,50	13-15
Kukuruz	4,62	9,85	62,57	8,33	2,00	1,51	13-22
Pirinač	0,88	7,55	75,00	2,15	0,20	1,40	13,11
Heljda (kaša)	2,00	8,00	74,00	4,00		15,00	
Ovas	5,23	11,41	54,08	14,89	16,60	3,50	12,37
Sirak	2,80	8,80	70,00	1,60	1,90	13-18	

Izvor: Preuzeto iz Trbović (2005)

Sadržaj **proteina** u žitima varira od 6 do 20% (u proseku 12%). Može se reći da žita sadrže umerenu količinu proteina kojima često nedostaju neke esencijalne aminokiseline. Zato su proteini žita manje biološke vrednosti i ne zadovoljavaju u potpunosti potrebe za esencijalnim aminokiselinama kao što su: lizin, izoleucin, triptofan i metionin. Najčešće limitirana aminokiselina u žitima je lizin.

Kombinovanje različitih izvora proteina u ishrani je uobičajeno širom sveta. Kod pripremanja tradicionalnih jela najčešće se kombinuju žita niže biološke vrednosti i namirnice koje sadrže kompletne proteine, kao što su mahunarke i orašasti plodovi. Konkretno, kombinuje se pasulj i pirinač ili pasulj i kukuruzni hleb; tofu i povrće, ili tofu i indijski orah; leblebije i pasta od susamovog semena; maslac od kikirikija i integralni pšenični hleb.

Osim nutritivne vrednosti, proteini u žitu od značaja su za tehnološke osobine brašna i za kvalitet hleba i drugih pekarskih proizvoda. Proteini jezgra (endosperma) *glutenin* i *gliadin* čine gluten ili takozvani hlebni lepak. To je plastično-elastična masa pogodna za oblikovanje od koje zavisi pecivost brašna. Glutenin i gliadin čine oko 80% žitnih proteina. Smatra se da je najpovoljniji odnos glutenina i gliadina *jedan prema tri*. U tom pogledu, najbolje pecivne karakteristike ima pšenica, a zatim raž. Ovsene i kukuruzne belančevine su manje pecivne sposobnosti i ne koriste se za pripremu testa.

Gluten je specifičan po tome što uz dodatak vode intenzivno bubri i pri tome se proteini spajaju u elastičnu masu - proteinsku mrežu poznatu kao hlebni lepak. Lepak daje konzistenciju i elastičnost testu, čime je omogućeno da stvaranjem gasova ne dolazi do pucanja testa (već testo narasta). Gluten može da upije vode u količini od 200% sopstvene mase. Prilikom mešanja gluten omogućava proteinima da zadrže vodu i daje testu elastičnost. Tokom termičke obrade gluten oslobađa vezanu vodu i ustupa je skrobu koji na taj način stvara lepljivu masu.

Tvrde (jare) pšenice koje uspevaju u suvom podneblju imaju najbolji lepak, dok meke (ozime) pšenice koje se uzgajaju u vlažnijim krajevima imaju manje proteina i lošijih su pecivnih sposobnosti.

Testo koje se pravi od žita, odnosno od brašna koja ne sadrže gluten, ili ga ne sadrže u dovoljnoj meri, ne mogu da porastu čak i uz upotrebu kvasaca, jer nema glutena koji bi omogućio zadržavanje gasova koji pri mešenju testa nastaju.

Kada se zrno žita preseče, na preseku se može primetiti brašnasta ili staklasta struktura koja ukazuje na to koliko je ta vrsta žita pogodna za izradu hleba i peciva. **Zrna koja imaju više staklastu strukturu bogatija su proteinima, dok ona koja su na preseku brašnasta bogatija su skrobom.**

Lipidi su u različitim vrstama žita zastupljeni u različitoj meri. U pšenici, pirinču, kukuruzu i ječmu ima ih oko 1 do 2%, a u ovsu od 4 do 7%. Lipidi se uglavnom nalaze u aleuronskom sloju i u njihovom sastavu dominiraju nezasićene masne kiseline (od 72 do 85%).

Žita su značajan izvor **vitamina B** grupe (naročito B1), vitamina E i provitamina A koji brašnu daje žućkastu boju. U kukuruzu ima nešto više vitamina A. Vitamini su zastupljeni uglavnom u omotaču i u klici u kojoj se nalazi najveća količina vitamina E.

Sadržaj **mineralnih materija** varira od 0,5 do 3,7%. U zrnu žita najviše su zastupljeni fosfor, kalijum, magnezijuma, bakar, gvožđe, kalcijum, magan, cink, sumpor i dr.

Zrna žita sadrže nizak sadržaj **vode** (od 12 do 18%). Vode u zrnu najviše ima odmah nakon žetve. Da bi žito moglo da se skladišti, sadržaj vode mora biti ispod 14%.

Enzimi u žitima su hidrolaze, protoaze i lipaze. Hidrolaze uzrokuju razgradnju skroba i imaju značajnu ulogu u pravljenju hleba. Proteaze razlažu proteine i lipaze koje razlažu masti.

2. VRSTE ŽITA

Prema nameni u ishrani i tehnološkim karakteristikama, žita se dele na:

- hlebna (pšenica, raž) i
- ostala žita (kukuruz, pirinač, ovas, ječam, heljda, proso, sirak).

Pšenica i raž se pretežno melju radi dobijanje brašna za pravljenje hleba i peciva, keksa i srodnih proizvoda. Hleb se najčešće pravi od pšenice i raži jer su njihovi proteini dovoljno elastični da mogu formirati šupljine. Proteini ječma, ovsa, prosa, heljde i sirka nisu toliko elastični, tako da nisu pogodni za pravljenje hleba (što ne znači da se hleb od njih ne može napraviti). Ostala žita pretežno su namenjena ljuštenju, izradi pahuljica, ili pravljenju sirovina za druge proizvode različite od mlinskih.

Zrnasti plodovi žita mogu biti smešteni u sledećim delovima biljke:

- u klasu (pšenica, raž, ječam);
- u metlici (pirinač, ovas, proso, heljda) i
- u klipu (kukuruz).

2.1. PŠENICA

Čovek je pšenicu počeo da koristi u svojoj ishrani pre oko 10.000 godina. Stanovništvo Evrope i Afrike uvećavalo se zahvaljujući upravo uzgajanju pšenice; na Istoku je cvetala kineska kultura sa uzgojem pirinča, dok se kultura Maja, Inka i Asteka u Americi razvijala na uzgajanju kukuruza. Pšenica je danas najrasprostranjenija vrsta žita koja se uzgaja u celom svetu.

Postoji ogroman broj različitih sorti pšenice, a sve one se kao roba mogu podeliti na dva tipa: tvrdu (*Triticum durum*) i meku ili običnu pšenicu (*Triticum aestivum* ili *vulgare*). Meka ili obična pšenica je siromašnija glutenom i koristi se za pravljenje peciva, keksa i kolača. Tvrda pšenica (durum pšenica) je bogatija glutenom te se pretežno koristi za proizvodnju testenina, kus-kusa i griza. Kada se koristi za pravljenje hleba, tvrda pšenica se meša sa mekom.

Pšenica se međusobno razlikuju i prema vremenu setve, odnosno žetve. Prema periodu godine u kojem se uzgaja, pšenica može biti prolećna, ponekad nazvana letnja (jara), ili zimsko (ozima). Jara pšenica se seje tokom ranog proleća, čim zemlja počne da se zagreva, a žanje se tokom kasnog leta.

Ona ima niži prinos, ali više proteina. Jara pšenica je pogodnijih tehnoloških karakteristika i više odgovara za izradu hleba i peciva. Ozima pšenica se seje u jesen, a žanje u leto.

Pšenica se prerađuje u brašno, krupicu (griz) i mekinje, a vrlo malo se koristi za proizvodnju skroba, glutena i alkohola.

2.2. RAŽ

Raž uspeva i uzgaja se u krajevima sa oštrijom klimom (u Nemačkoj je čak 90% obradivih površina zasejano ovom vrstom žita). Raž je bogata vlaknima, vitaminima (B, E) i mineralima (kalcijum, gvožđe, fosfor). Za raž je karakteristično da sadrži esencijalnu aminokiselinu **lizin** koja, kao i ostale esencijalne amino-kiseline, nedostaje većini namirnica biljnog porekla i koje u ostalim žitima ima malo. Raž ima manju energetska vrednost u odnosu na druga žita.

Raž, sadrži gluten, ali u znatno manjoj količini od pšenice, tako da se najčešće koristi u kombinaciji sa pšeničnim brašnom. Da bi se dobio kvalitetan hleb od raženog brašna, ono obično mora da se meša sa brašnom pšenice. Ražano brašno je krupnije od ostalog brašna, upija dosta vode i bogatije je mekinjama od ostalog brašna, pa ima i laksativno dejstvo.

Raž se prerađuje u brašna i griz.

2.3. JEČAM

Ječam se smatra najstarijom poznatom vrstom žita. Uspeva u hladnijim krajevima. Ječam je dobar izvor vlakana, biljnih belančevina i vitamina B. Ima visok sadržaj fosfora i kalcijuma. Koristi se za proizvodnju hleba, slada, piva, škotskog viskija, surogata kafe, stočne hrane i dr.

Ječam ima visok sadržaj vlakana, pre svega u obliku betaglukana.

Budući da je siromašan glutenom, ječam nije baš pogodan za izradu hleba. Prženi ječam se koristi kao zamena za kafu. Zrno ječma se peče i melje i od njega se pravi ječmena kafa kao zamena za tursku kafu.

Ječam se najčešće koristi kao slad, jer ima dovoljno enzima za efikasnu hidrolizu skroba do šećera. Da bi se pripremio ječmeni slad, zrno ječma se najpre natapa vodom. Kvašenje uzrokuje klijanje zrna i proizvodnju enzima koji hidrolizuje skrob do maltoznog šećera. Maltozu kasnije fermentišu kvasci, a produkti ove fermentacije su etil-alkohol i ugljen-dioksid (na ovom procesu se zasniva tehnologija proizvodnje piva). Slad se može sušiti i koristiti u raznim proizvodima (pivo, žita za doručak, bombone i drugo).

Potrošači koji primenjuju ishranu bez glutena moraju izbegavati slad u ishrani.

2.4. PIRINAČ

Pirinač je poznat kao osnovna hrana stanovništva Azije (pokriva 90% ishrane nekih azijskih naroda). Gaji se tropskim i vlažnim područjima na pirinčanim poljima sa mnogo vode. U poređenju s drugim žitima, pirinač ima najveću energetske vrednost.

Pirinač se može naći kao:

- *neoljušten* ili *sirovi pirinač*, bez ikakve obrade - *pedi* (paddy) pirinač;
- *poluoljušteni pirinač* – pirinač sa koga je skinuta samo spoljna opna, a zadržan unutrašnji sloj omotača, pa je zato mrke do crvenkaste boje. To je tzv. *kargo* (cargo) pirinač. Vrsta kargo pirinča je integralni ili braon pirinač. Integralni pirinač je hranljiviji od belog, ali se, kao što je to slučaj i sa ostalim integralnim žitima, lakše se kvare, jer omotač koji nije uklonjen sadrži više masti koje mogu da se užegnu i
- *oljušten pirinač* ili *beli pirinač* je pirinač koji je dobijen skidanjem unutrašnje ljuske i klice. Beli pirinač može biti poliran ili glaziran rastvorom glukoze i talkom kako bi dobio poželjniji staklast izgled.

U prehrambenom smislu, razlika između ove tri vrste pirinča je velika. Prehrambena vrednost neoljuštenog pirinča je mnogo veća od belog pirinča, jer sadrži veću količinu vitamina i mineralnih materija i neuporedivo više sirove celuloze. Beli i integralni pirinač imaju istu energetske vrednost, ali pri proizvodnji i poliranju belog pirinča sa ljuskom se uklanja veliki procenat vitamina i minerala.

Kada se odvoji omotač i dobije beli pirinač, uništava se: 67% vitamina B3 (nijacina); oko 80% vitamina B1 (tijamina); 90% vitamina B6 (piridoksina); polovina mangana; polovina fosfora; 60% gvožđa i skoro sva količina dijetalnih vlakana i esencijalnih masnih kiselina.

Pirinčano brašno nije pogodno za pečenje hleba, ali se dodaje određenim vrstama brašna, posebno ražanom brašnu. Iz pirinča se dobija skrob koji se upotrebljava u poslastičarstvu za izradu sitnog peciva. Od pirinča se pripremaju i neke testenine, a koristi se i za proizvodnju japanskog vina, sake.

Pirinač i pirinčano brašno su posebno važni proizvodi za osobe koje su gluten intolerantne ili alergične na pšenicu. Inače, pirinač se obično i uvodi kao „prva hrana“ u ishrani za bebe, jer on, u poređenju sa svim ostalim vrstama žita koja se koriste u ishrani, izaziva najmanje alergijskih reakcija.

2.5. OVAS ILI ZOB

Ovas ili zob se u poslednje vreme u ishrani koristi najviše u obliku ovsenih pahuljica zbog njihove hranljive i dijetetske vrednosti. Ovas je dobar izvor vlakana, biljnih belančevina, vitamina B i E, minerala (kalcijuma, fosfora, magnezijuma, kalijum, gvožđa) i bogat je esencijalnim masnim kiselinama. U ishrani se koristi kao oljušteno i polirano zrno, odnosno kao „ovsena kaša“, ili kao tanki oljušteni listići poznati kao "ovsene pahuljice" koje se dobijaju tako što se kuvana zrna ovsa propuštaju kroz vruće valjke.

Ovsene mekinje sadrže rastvorljiva vlakna koja su se pokazala efikasnim u smanjenju holesterola u serumu. Pošto ovas ima prilično visok sadržaj masnoće, postoji mogućnost da tokom stajanja dođe do užeglosti.

2.6. KUKURUZ

Kukuruz se gaji u područjima sa umerenim i toplom klimom. Javlja se u velikom broju podvrsta, varijeteta i sorti. Računa se da se od kukuruza izrađuje oko 800 raznih proizvoda, a najviše se upotrebljava u obliku kačamaka i proje, zatim za dobijanje alkohola, bioetanola, skroba, ulja, kokica, hleba, stočne hrane itd. Od njega se može praviti kukuruzni sirupi ili visoko-fruktozni-kukuruzni sirup. Kukuruz je dobar izvor vlakana, biljnih belančevina, vitamina B, minerala (fosfora, kalcijuma, gvožđa, hrom) i prehrambenih vlakana. Međutim, belančevine iz kukuruza imaju manju biološku vrednost nego druga žita, jer sadrže manju količinu vitamina B grupe i manje esencijalnih masnih kiselina lizina i triptofana.

Kukuruzno brašno ne sadrži gluten, pa nije tako pogodno za pripremu hleba. Za izradu hleba koristi se najčešće u smeši sa pšeničnim i ražanim brašnom.

Gustin ili skrobno brašno je kulinarški, odnosno jestivi skrob koji se proizvodi od kukuruza (može se proizvoditi i od pšenice i krompira). Kao dodatak jelu, gustin ima ulogu da poveže različite sastojke hrane i tako da gustinu jelu.

2.7. PROSO

Proso sadrži čak 15 % proteina, što ga čini vrhunskom namirnicom za vegane i vegetarijance. Proteini prosa bogati su esencijalnim aminokiselinama. Pored toga, proso je bogat vlaknima, vitaminima B-kompleksa i mineralima (gvožđe, magnezijum, mangan, fosfor i silicijum). Prodaje se u obliku oljuštenih zrna, pahuljica i brašna. Proseno brašno ima žutu boju sličnu žutom kukuruznom brašnu. Ne sadrži gluten, pa se hleb od prosenog brašna mrv i ima gorak ukus.

2.8. SIRAK

Sirak je posebna vrsta prosa sa krupnim zrnom. Nekada se uglavnom koristio za stočnu hranu. Danas se sirak koristi i za dobijanje ulja, šećera i alkoholnih pića. Značajan je u proizvodnji slada koji ne sadrži gluten. Udeo (%) endosperma u semenu sirka relativno je mali. Zbog toga se u ishrani uglavnom koriste mekinje i klice od sirka.

2.9. SPELTA

Spelta ili krupnik jedna je od najstarijih poljoprivrednih kultura. Njeno uzgajanje ne zahteva naročite klimatske, zemljišne i agrotehničke uslove. Zahvaljujući tome, manje se tretira pesticidima. Spelta ima znatno viši sadržaj belančevina, masti i dijetetskih vlakana nego druga žita. Integralno brašno spelte sadrži sve vitamine B grupe osim vitamina B12, a ima sedam do osam puta više kalcijuma, magnezijuma, fosfora i seleno od ostalih vrsta brašna. Speltino brašno sadrži znatnu količinu cinka i ima relativno nizak glikemijski indeks, što pomaže održavanju normalnog nivoa šećera u krvi. Speltino brašno ima visok sadržaj glutena te se može koristiti za pripremu peciva i testenina. Interesantno je da mnogi ljudi koji su intolerantni na gluten iz pšenice, ne ispoljavaju intolerantnost na gluten iz spelte. Ovo brašno se može koristiti samostalno, a može se i kombinovati sa drugim vrstama brašna pri izradi hleba, peciva, kolača ili testenina.

2.10. HELJDA

Iako heljda botanički ne pripada žitima, ipak se u njih ubraja zato što je njeno brašno pogodno za ljudsku ishranu. Koristi se kao kaša, ređe za proizvodnju hleba. U kulinarskom smislu, seme heljde veoma je vredno i ukusno. Heljda se, kao i pirinač, koristi u obliku heljdine kaše i kao dodatak jelima, uz povrće i meso. Od heljdinog brašna, uz dodatak pšeničnog ili ražanog brašna, dobija se veoma ukusan hleb koji je prijatnog mirisa na heljdu. Heljda je dobar izvor vlakana i jedan od najboljih izvora biljnih belančevina iz žita. **Sadrži čak i lizin i triptofan** - esencijalne aminokiseline koje nedostaju većini namirnica biljnog porekla i kojih u ostalim žitima ima malo. Heljda je bogata vitaminima (B, E, P) i mineralima (kalcijum, gvožđe, fosfor, magnezijum, bakar).

2.11. KINOA

Kinoa (*Chenopodium quinoa*) je zeljasta biljka koja pripada istoj vrsti biljaka kao spanać i cvekla. Međutim, zbog toga što se priprema i konzumira kao i ostala žita, svrstana je u pseudo žita. Ono što kinou izdvaja od ostalih žita je to što ona predstavlja izvor kompletnih proteina. Naime, ona sadrži esencijalnu aminokiselinu lizin, tako da su vegani i vegetarijanci u mogućnosti da konzumiranjem proizvoda od kinoe podmire bar deo potrebe organizma za tom vrstom aminokiselina. Osim toga, kinoa ne sadrži gluten, a i značajan je izvor gvožđa, magnezijuma, kalcijuma i biljnih vlakana. Priprema se na sličan način kao i pirinač.

2.12. AMARANT

Amarant je sve popularnija biljka koja se koristi u ishrani ljudi. Ne pripada grupi žita, ali se u novije vreme koristi u pripremi hleba, kolača i testenina, dok se celo zrno upotrebljava za različita jela i specijalitete. Kao i kinoa, semenke amaranta sadrže aminokiselinu lizin i ne sadrže gluten.

2.13. TRITIKALE

Tritikale je hibrid pšenice i raži. Otuda potiče njegovo specifično svojstvo, a to je da ima odgovarajući sadržaj glutena, što je odlika pšenice, i da istovremeno sadrži i esencijalnu aminokiselinu lizin, što je odlika raži.

3. SKLADIŠTENJE ŽITA

Skladištenje žita je složen tehnološki postupak koji zahteva dobru opremu, dobru organizaciju i stručnu osposobljenost. Odmah po ubiranju žito se transportuje traktorima, kamionima železničkim saobraćajem i/ili brodovima do silosa, odnosno objekata gde se čuva. Skladištenje žita zavisi od vremena ubiranja. Za pšenicu je to uglavnom leto, a za kukuruz jesen. U svakom slučaju, u toku skladištenja žito mora biti zaštićeno od vlage, kako bi se sprečile nepoželjne promene u njemu. Prilikom prijema zrna na skladištenja, odstranjuju se primeše (korovsko seme), mikroorganizmi (najčešće plesni) i insekti i utvrđuje se sadržaj vlage u zrnu.

Sazrelo zrno žita je živ organizam u kojem su svi procesi svedeni na minimum. Pri povoljnim uslovima (temperatura, vlažnost, prisustvo kiseonika i dr.) enzimi žita prelaze u aktivnu fazu i započinju biohemijske procese disanja. Kao rezultat tog disanja odvijaju se promene u sastavu ugljenih hidrata, masti i proteina, usled čega dolazi do stvaranja toplote i samozagrevanja zrna žita, a time i do smanjenja kvaliteta žita. Samozagrevanje je posledica prenošenja vlage i toplote u masu zrna žita u toku skladištenja.

Sirovo zrno sadrži 17% vlage i vrlo brzo podleže intenzivnim biohemijskim i mikrobiološkim promenama. Zato je važno da se ono odmah suši. Suvim zrn timer se smatra zrno čija je vlažnost ispod 14%.

4. PROIZVODI PRERADE ŽITA

Žita zauzimaju značajno mesto u ishrani ljudi iz više razloga. To su: hemijski sastav žita, mogućnost dugotrajnog čuvanja, relativno jednostavan postupak prerade i relativno jeftina proizvodnja. Žita, takođe, predstavljaju osnovu ishrane domaćih životinja.

Osim za dobijanje mlinskih i pekarskih proizvoda, što je njihova osnovna namena, žita se koriste i u proizvodnji alkoholnih pića i etanola.

Moderna prerada žita za ljudsku hranu odvija se u četiri osnovna procesa. To su:

- ljuštenje, radi dobijanja oljuštenih zrna;
- mlevenje, radi dobijanja brašna, krupice i sporednih proizvoda;
- hidrotermička obrada, radi dobijanja instant žita, žitnih prerađevina i gotovih (*ready to eat*)³³ proizvoda od žita i
- frakcionisanje sastojaka zrna, radi dobijanja skrobnih, proteinskih i drugih delova žita s posebnim namenama u prehrambenoj industriji, ishrani, farmaceutskoj i hemijskoj industriji.

Naravno, svaki od procesa prerade prilagođen je karakteristikama date vrste žita. Zrno za preradu treba da ima dobru meljivost, a dobijeni proizvod dobru pecivost. Pecivost je pokazatelj upotrebne vrednosti dobijenih pekarskih i konditorskih proizvoda.

4.1. OLJUŠTENI PROIZVODI OD ŽITA

Ljuštenjem žita, sa zrna se skidaju omotač i klica. Ovim postupkom dobijaju se oljušteni proizvodi od žita, a to su:

- omotač (mekinje);
- klica;
- oljušteno zrno i
- krupičasti proizvodi koji se dalje prerađuju.

Oljušteno zrno koristi se za pripremanje jela, ili kao dodatak ili osnova u proizvodnji drugih prehrambenih proizvoda (hleb, keks, pekarski proizvodi, musli). Hidrotermičkom obradom oljuštenog zrna dobija se instant oljušteno zrno.

33 *Ready to eat* proizvodi su proizvodi spremni za konzumiranje.

Oljuštena žita su proizvodi dobijeni odgovarajućim postupcima ljuštenja zdravih i dobro očišćenih zrna žita. Oljuštena žita za ljudsku upotrebu i za industrijsku preradu su:

- oljušteni pirinač;
- oljušteni ječam;
- oljušteni ovas;
- oljušteni proso;
- oljuštena spelta;
- oljuštena heljda.

Od oljuštenih žita najznačajniji je pirinač: oljušteni pirinač (kargo pirinač) i oljušteni glazirani pirinač (tzv. *bray*-pirinač).

Od oljuštenog ovsa, posebnim tehnološkim postupkom gnječenja zrna, proizvode se ovsene pahuljice i instant ovsene pahuljice. Osim od ovsa, žitne pahuljice proizvode se i od ostalih žita (ražane pahuljice, ječmene, heljdine itd.).

Oljuštena zrna ječma u prodaji se mogu naći pod nazivom geršla koja ima široku primenu u ishrani. Geršla je u stvari oljušteni i polirani ječam sa kojeg je uklonjen omotač. Koristi se za pripremu jela, kao zamena za pirinač.

4.2. MLINSKI PROIZVODI

Mlinski proizvodi od žita dobijaju se mlevenjem očišćenog i pripremljenog tehnološki kvalitetnog zrna. Mlevenje je postupak naizmeničnog usitnjavanja i sejanja pri kojem se dobijaju usitnjeni mlinski proizvodi različitog kvaliteta i sastava. Bitno je da zrna za preradu imaju visoku meljivost, a dobijeni proizvodi dobru pecivost, kao što je već i istaknuto.

Priprema zrna žita za mlevenje obuhvata mešanje zrna žita različitog kvaliteta, izdvajanje primesa, skidanje (površinskom obradom) zaostalih nečistoća i hidrotermičku obradu (obradu zrna vodom i toplotom) u cilju dobijanja zrna određenih mehaničkih i strukturnih svojstava. Mlevenjem žita, od endosperma se odvajaju omotač i klica. Delovanjem vode, omotač zrna postaje elastična i posle mlevenja ostaje u krupnim ljuspama; endosperm postaje krt i lako drobljiv, dok klica, prilikom prolaska zrna kroz valjak, postaje plastična, lako se odvaja i formira u ljuspicu. Nakon vlaženja zrna, zrno treba da odleži kako bi površinska vlaga prešla u unutrašnjost zrna.

Mlevenje se odvija sukcesivno i selektivno. To znači da se zrno usitnjava u više navrata i da se usitnjavaju pojedini delovi zrna. Mlevenje ima tri ključne faze/operacije, to su: krupljenje, usitnjavanje i izmeljavanje. Kao rezultat te tri operacije, dobijaju se: brašno, krupica i sporedni proizvodi.

Postepenim izmeljavanjem endosperma dobijaju se: prekrupa, griz i brašno, a kao sporedni proizvodi ostaju mekinje i klice. Mliniski proizvodi su:

- brašno;
- prekrupa;
- griz (krupica);
- klice za ljudsku upotrebu;
- brašno za brzo pripremanje jela;
- griz za brzo pripremanje jela;
- mekinje za ljudsku upotrebu;
- namensko brašno i
- namenski griz.

Prekrupa se dobija krupljenjem očišćenih i pripremljenih zrna žita bez prosejavanja. Na tržište dolazi kao pšenična, ražena i kukuruzna prekrupa. Veličina čestica pšenične prekrupe veća je od 1 mm, dok veličina čestice ražane prekrupe mora biti veća od 700 μm .

Pšenična prekrupa je usitnjeno celo zrno pšenice ili zrno iz kojeg je izdvojen vrlo mali deo omotača. Pšenična prekrupa je nutritivno bogata, jer sadrži aleuronski sloj i klice, kao i deo omotača (mekinje).

Krupica ili griz najčešće se dobija mlevenjem endosperma zrna pšenice i kukuruza, pri čemu 80% čestica treba da budu veličine od 450 do 850 μm , a ostalih 20% čestica preko 200 μm . Kao međuproizvod mlevenja, krupica se najvećim delom prerađuje u brašno, a samo se manjim delom koristi kao takva (za supe, za pripremu jela i poslastica). U prometu se nalazi pod nazivom pšenični griz i kukuruzni griz.

Klice za ljudsku ishranu, koje se na tržištu nalaze kao pržene i aromatizovane pšenične klice, dobijaju se odvajanjem od očišćenog i pripremljenog žita.

4.2.1. Brašno

Kao finalni proizvod mlevenja, brašno predstavlja samleveno jezgro zrna žita, sa većim ili manjim sadržajem ostalih strukturnih delova zrna. Procesom mlevenja, žita se najčešće prerađuju u brašna, pri čemu se iskoristi oko 60% zrna. Brašno sadrži maksimalno 15% vlage i koristi se za pripremu testenina, konditorskih i pekarskih proizvoda.

Nekada se mlevenje obavljalo mlinskim kamenom. Tako dobijeno brašno sadržavalo je sve delove zrna i sve primese iz samlevenog žita. Zbog toga je neminovno bilo tamnije boje. Iz njega su se naknadno, postupkom prosejavanja, izdvajale mekinje. Danas se prilikom mlevenja u industrijskim uslovima primenjuje automatizovan proces koji podrazumeva propuštanje opranog i osušenog zrna između šest do osam pari valjkova. Mlevenju žitu na valjcima prethodi adekvatna priprema koja podrazumeva čišćenje pšenice od primesa, kvašenje u dve ili tri faze i odležavanje. Između svakog para valjaka nalazi se sito kroz koje prolazi fino brašno, a ostatak nastavlja da se melje na sledećem paru valjaka. Najfinije brašno dobija se upravo posle dejstva prvog para valjaka, a brašno koje ostane na gornjoj strani sita iza osmog para valjaka jesu mekinje. Cilj mlevenja je dobijanje brašna iz sredine zrna i odvajanje omotača (mekinja) kao sporednog proizvoda.

Pri mlevenju pšenice, u brašno se pretvori od 75 do 78% samlevene količine zrna. Ostalih 22 do 25% proizvoda mlevenja čine sporedni proizvodi. Meljavom 100 kg pšenice, dobija se u proseku 72 kg brašna i 28 kg ostalih proizvoda.

4.2.1.1. Tipovi brašna

Ni mlevenjem u najsavremenijim mlinovima nije moguće u potpunosti odvojiti omotač zrna od endosperma. Količina mineralnih materija (pepela) u brašnu zavisi upravo od količine zaostalih mekinja koje ulaze u sastav finalnog brašna. U zavisnosti od toga koliki deo mekinje (omotača) je ostao, razlikujemo više tipova brašna. „Tip“ brašna se izražava brojem koji se dobija kada se sadržaj ukupnog pepela (utvrđenog žarenjem proizvoda pri temperaturi od 900 °C), izražen na suvu materiju, pomnoži sa 1000. Prema tome, tako utvrđena oznaka tipa brašna ukazuje na količinu pepela u brašnu. Što je brojka u oznaci tipa brašna veća, to brašno sadrži veću količinu pepela i tamnije je boje. Visok tipski broj imaju tamna brašna koja potiču iz rubnih delova endosperma, dok nizak tipski broj imaju svetla brašna koja se dobijaju iz sredine endosperma.

Prema navedenom kriterijumu, postoje sledeći tipovi brašna:

- Tip 400
- Tip 500
- Tip 800
- Tip 850
- Tip 1000
- Tip 1100

Iz sredine endosperma potiču dva tipa *belog brašna*, tip 400 (T-400) i tip 500 (T-500). U prvom ima do 0,45% pepela, u drugom između 0,46 i 0,55%. Bela brašna sastavljena su od čestica sitnijih od 180 μm . Ona su meka; bele su boje; imaju nizak sadržaj proteina; sadrže male količine masti i malo vitamina i enzima. Bela brašna se odlikuju slabim nutritivnim karakteristikama, ali su im tehnološka svojstva dobra, zahvaljujući, između ostalog, odličnim pecivnim osobinama njihovog glutena. Sadržaj glutena u belom brašnu je veći nego sadržaj glutena u crnom brašnu. Samim tim, hleb dobijen od belog brašna je mnogo boljih tehnoloških karakteristika i zapremine u odnosu na crni hleb.

Energetska vrednost belog brašna je velika, ali je nutritivna vrednost proizvoda od belog brašna mala, jer ona sadrže malo mineralnih materija i vitamina. Minerali i vitamini odlaze sa ljuskom i aleuronskim slojem endosperma koji su mlevenjem odstranjeni iz belog brašna. Zato se često pribegava tzv. fortifikaciji belog brašna. Dodaju mu se vitamini i minerali, kao i esencijalna aminokiselina, lizin.

Polubela brašna imaju sadržaj pepela između 0,75 i 0,9%. Potiču iz centralnih delova endosperma, ali imaju veći sadržaj omotača i zbog toga su tamnije boje. Najčešće se proizvode dva tipa polubelog brašna - tip 800 (T-800) i tip 850 (T-850). Koriste se za proizvodnju hleba i glutena, kao i u konditorskoj industriji. Proizvode se kao meka. U odnosu na bela brašna, polubela brašna sadrže više proteina, kao i više masti, vitamina i enzima.

Crna brašna imaju visok sadržaj pepela (od 0,95 do 1,15%). Tamne su boje koja potiče od velikog udela čestica perifernih delova zrna. Najviše se koriste za proizvodnju hleba i to najčešće tip 1100 (T-1100).

Hleb napravljen od crnog brašna T-1100 ima vlažnu sredinu, pun ukus, prepoznatljivu aromu i svežinu. Crna brašna se dobiju mlevenjem celog zrna žita i samo su za nijansu tamnija od belih, ali sadrže više biljnih vlakana, minerala i masti.

Sadržaj osnovnih komponenti pojedinih vrsta pšeničnog brašna prikazan je u *tabeli 31*.

Tabela 31. Sadržaj osnovnih komponenti pojedinih vrsta pšeničnog brašna

Materija	Tip 400	Tip 500	Tip 850	Tip 1100	Prekrupa
Voda	15,0	14,5	14,0	13,5	14,0
Min.materije	<0,45	0,45-0,55	0,80-0,90	1,05-1,15	<1,70
Proteini	10,3	11,1	11,7	12,8	12,5
Skrob	68	67	65	63	57
Šećeri	1,8	1,7	1,8	1,8	3,4
Masti	1,00	1,20	1,60	2,00	2,20
Vlakna	4,0	4,2	5,0	6,1	11,4

Izvor: *Preuzeto i adaptirano iz Žeželj (2005)*

Integralno (graham) brašno ima najviši sadržaj pepela, do 2,2%. Graham brašno dobija se posebnom tehnologijom koja obuhvata pripremu i mlevenje celog zrna žita. Posebnost tehnologija proizvodnje graham brašna ogleda se u tome što se delovi zrna žita melju zasebno. Jezgro ili endosperm se usitnjava i od njega nastaje belo brašno, dok se klica i ljuska ili mekinja melju krupno. Njihovim spajanjem nastaje brašno tamnije boje i grublje strukture. Ovo brašno sadrži sve sastojke žita u prirodnim proporcijama.

Namensko brašno je mlinski proizvod sa posebnim karakteristikama, koji je po kvalitetu prilagođen specifičnim zahtevima za određene vrste pekarskih proizvoda; gotovih smeša za pekarske i druge proizvode; za testa i proizvode od testa, kao i za testenine. Namensko brašno treba da ima naznačenu namenu za koju je predviđeno da se koristi.

Za pravljenje hleba koristi se brašno od pšenice koja ima više proteina, a to je prolećna (jara) pšenica, odnosno tvrda pšenica. Brašno od ove pšenice naziva se **tvrd brašno**. Ono može da upije više vode, jer sadrži veći procenat glutena. Dve šolje ovog brašna mogu da upiju jednu šolju vode. Zahvaljujući povoljnom sastavu glutena, od ovog brašna se dobija elastično testo.

Brašna koja se dobijaju mešanjem brašna dobijenog od tvrde i brašna od meke pšenice mogu da sadrže i do 10,5% proteina. Brašno dobijeno na taj način naziva **višenamensko brašno**, jer se u njemu kombinuju poželjna svojstva i jednog i drugog brašna.

Meko brašno se proizvodi od mekane pšenice koja sadrži manje proteina (7–9%), a više skroba. Samim tim, ona ima manji potencijal za stvaranje elastičnog testa (pre svega zbog niskog sadržaja glutena). Četiri šolje ovog brašna mogu da upiju svega jednu šolju vode. Zbog toga se ova vrsta brašna obično koristi za pripremu nekih vrsta kolača za koje nije potrebna elastičnost testa kakvu zahteva izrada hleba i peciva.

Brašno za pekarske proizvode sadrži manje skroba nego brašno za kolače, a manje proteina nego višenamensko brašno.

Prilikom korišćenja mekog brašna za izradu testa za kolače (biskvite, na primer), nije poželjno da se razvija glutenska mreža. Da bi se sprečio razvoj glutenske mreže, tim testima se dodaje malo vode (oko 10-20%) i dosta šećera i masti. Time se smanjuje hidratacija proteina, pošto je za formiranje glutenske mreže koja daje čvrstinu testu potrebno da se gluten navlaži. S druge strane, hlebna testa sadrže više vode (oko 20-30%) i manje šećera, što omogućava razvoj glutenske mreže tokom mešanja i naknadne obrade.

Prema stepenu oštine brašna, koja zavisi od načina i stepena mlevenja žita, brašna se svrstavaju u **oštra (krupičasta) brašna**, **poluoštra brašna** i **mekana brašna**. Da li je brašno oštro ili mekano, može se osetiti pod prstima.

Oštra brašna imaju veći promer čestica (od 200 μm do 300 μm). Testo od oštrog brašna ne upija dovoljno vodu, samim tim nije dovoljno elastično, jer čestice samo površinski upijaju vodu, pa testo ostaje suvo i tvrdo, a proizvodi pripremljeni od ovog brašna se lako mrve. Oštra brašna najviše se koriste u proizvodnji testenina, a skoro nikad u pekarskoj proizvodnji, osim za neke specijalne proizvode. Često se koriste za proizvodnju biskvita i keksa, i za zgušnjavanja soseva, variva i umaka.

Mekano brašno je sa granulacijom do 180 μm . Pošto ma veliku apsorpcionu moć (upija vodu u dovoljnoj meri), najpogodnije je za proizvodnju hleba i za većinu pekarskih proizvoda.

Puder brašna su brašna čija su čestice manje od 80 μm . To su fino izmlevene čestice koje imaju veliku moć upijanja vode. Uglavnom se koriste za neke specijalne pekarske proizvode.

4.2.1.2. Kvalitet brašna

Prema propisima za kvalitet mlinskih proizvoda, svaki proizvod mora da poseduje određena senzorska svojstva; da sadrži propisane količine vode i pepela; da ima odgovarajući stepen kiselosti i da odgovara normama higijenske ispravnosti.

Kvalitet brašna utvrđuje se na osnovu njegove fermentacione sposobnosti, reoloških svojstava i boje brašna.

Fermentaciona sposobnost brašna je svojstvo brašna da u zamešenom testu pri fermentaciji izdvaja gasove. Fermentacija zavisi od količine šećera i brzine procesa razgradnje skroba. Ukoliko je sadržaj šećera mali i razgradnja skroba spora, dobija se hleb male zapremine.

Reološka svojstva brašna odnose se na sposobnost formiranja testa određenih fizičkih karakteristika od kojih zavisi njegova pogodnost za obradu u svim fazama proizvodnje hleba. U ta svojstva spadaju: moć upijanja vode, otpornost na istezanje i sposobnost zadržavanja gasova.

Brašno ima mlečnobelu boju čije nijansa zavisi od vrste žita. Žuta boja brašna potiče od karotenoida.

Miris brašna treba da bude blag i neutralan. Što se tiče ukusa, prirodan ukus pšeničnog brašna je gorkasto-slatkast. Ražano brašno je slađe i izrazitijeg ukusa nego pšenično. Kiselost brašna zavisi od tipa. Bela brašna su više kisela (pH od 3 do 4). Najmanje kiselo brašno je brašno tipa 1200 (pH preko 8).

U zavisnosti od količine proteina, brašno sadrži više ili manje lepka. Od toga zavisi koliko će testo biti elastično i da li može dobro da se mesi. Kvalitetno brašno daje veliko, glatko testo sa ravnomernim šupljinama i mekom sredinom. Kvalitet brašna se ocenjuje prema upotrebnoj vrednosti - pecivosti, odnosno pogodnosti da se od brašna dobije kvalitetan gotov proizvod. Pecivost brašna se povećava nakon 3-4 nedelje, tako da nakon proizvodnje brašno treba kratko da odstoji. Prema zakonskim odredbama, zrenje brašna treba da traje minimum 8 dana. Taj proces odvija se pod uticajem enzima koji dovode do razlaganja skroba na prostije ugljene hidrate (koji mogu da služe za ishranu kvascima), i do povećavanja sposobnosti proteina da bubre. Odležavanjem se menjaju svojstva i karakteristike brašna i poboljšava se njegova peciva vrednost. Brašno koje je sazrelo može da vezuje više vode što mu daje bolja tehnološka svojstva.

4.2.1.3. Skladištenje brašna

Pravilno uskladišteno brašno može se čuvati do godinu dana. Poznato je da su mlinski proizvodi, a pre svega brašno higroskopski.³⁴ Brašno se tokom skladištenja čuva u vrećama od papira na drvenim paletama u prostorijama gde struji vazduh. Idealna temperatura skladištenja je 10 °C, a vlažnosti vazduha 75%. Ukoliko je vlažnost na mestu skladištenja niža, dolazi do isušivanja brašna. U suprotnom, ako je vlažnost visoka, brašno apsorbira vlagu, nije više rastresito, zgrudvava se i postaje odlična podloga za razvoj plesni i bakterija. Istovremeno, dolazi i do povećanja aktivnosti enzima koja negativno utiče na kvalitet brašna. Visoke temperature takođe mogu dovesti do aktiviranja enzima, a time i do njegovog kvarenja.

4.3. GOTOVI PROIZVODI OD ŽITA

Prema postupku proizvodnje, gotovi proizvodi od žita razvrstavaju u sledeće grupe:

- pahuljice od žita;
- ekspanzirani proizvodi od žita;
- instant pahuljice, kornfleks i srodni proizvodi;
- instant mlinski proizvodi i
- musli proizvodi.

Gotovi proizvodi od žita najviše i najčešće se koriste kao žita za doručak. Asortiman ovih proizvoda proširen je korišćenjem celog zrna u postupku dobijanja proizvoda, zatim dodavanjem vlakana, probiotika i fitohemikalija (borovnice, brusnice). Podaci o sadržaju gotovih proizvoda od žita služe da se oni plasiraju sa porukama da donose brojne pozitivne efekte po zdravlje.

Pahuljice od žita se proizvode od celog zrna ili delova zrna žita i drugih sastojaka. Osnovu procesa proizvodnje žitnih pahuljica čini hidrotermička obrada, odnosno kuvanje upotunjeno sa mehaničkom obradom koja ima za cilj da se zrna spljošte i tako formiraju pahuljice. Ovim procesom ujedno se postiže želatinizacija skroba, denaturacija belančevina, kao i karakterističan ukus pahuljica. Pored toga, sastavni deo procesa proizvodnje je i sušenje. Ono služi za to da se vlažnost pahuljica dovede na nivo ne veći od 11%, čime se omogućava trajno čuvanje proizvoda.

34 Higroskopsnost je svojstvo nekog materijala/proizvoda da privlači, upija vlagu iz vazduha i usled toga bubri.

Po sastavu i hranljivoj vrednosti, pahuljice od žita odgovaraju sastavu celog zrna ili proizvoda od zrna od koga potiču. Zahvaljujući tome što su u postupku proizvodnje već termički obrađene, vreme njihove pripreme je veoma kratko što ih čini pogodnim za ljudsku ishranu. Mada se pahuljice mogu dobiti od svih vrsta žita (pšenica, raž, riža, ovas, ječam, proso), sa različitim dodacima za podešavanje ukusa, najpoznatije među njima svakako su ovsene pahuljice.

Ekspandirani proizvodi od žita su proizvodi nastali povećanjem (ekspanzijom) zapremine zrna žita pod dejstvom visokih temperatura u kratkom vremenskom intervalu, u suvoj sredini, bez prisustva vode i pod visokim pritiskom. Ovoj obradi se podvrgava celo zrno ili krupičasti proizvodi. Do ekspanzije obima zrna žita dolazi u trenutku nagle promene pritiska.

Najznačajniji ekspandirani proizvodi su: ekspandirano zrno pirinča (krispi), kukuruzne kokice i ekspandirani proizvodi od drugih žita. Optimalna vlažnost ekspandiranog zrna na kraju postupka proizvodnje je: za ekspandirano zrno pirinča, od 12 do 13,5%; za ekspandirano zrno kukuruza (kokice), od 11 do 13%, a za ekspandirano zrno pšenice, od 14 do 15%.

Instant pahuljice, kornfleks i srodni proizvodi dobijaju se posebnim tehnološkim postupkom kojim se postiže da vreme njihove pripreme za konzumiranje bude veoma kratko i jednostavno.

Kornfleks (*Cornflakes*) se dobija od krupice kukuruza iz koje je odstranjena klica i omotač. Tehnologija proizvodnje kornfleksa obuhvata kuvanje zrna kukuruza (*corn*) i stvaranje ljuspica (*flakes*) koje se zatim suše i peku.

Instant mlinski proizvodi su proizvodi dobijeni posebnim postupcima termičke i mehaničke obrade zrna sa kuvanjem u vodenoj pari, nakon čega se zrno želatinizira, suši i melje. Pripremanje obroka od tako dobijenih proizvoda (kukuruzni griz, pšenični griz, kukuruzno brašno) relativno je kratko.

Instant kukuruzni griz (palenta) pripremljen je za instant (kratkotrajno) kuvanje u ključaloj vodi. Čestice ovog griza su prethodnim kuvanjem i sušenjem već pripremljene za visoku apsorpciju vode.

Musli je proizvod na bazi žita u čijem sastavu mogu biti pahuljice od žita, kornfleks, instant pahuljice, ekspandirani proizvodi od žita, mekinje i srodni proizvodi.

Osim proizvoda od žita, u sastav muslija mogu se još naći i dodaci od suvog i jezgrastog voća; jezgra semenki suncokreta i jezgra semenki bundeve; dodaci čokoladnih i krem proizvoda, šećer i dr. Osnovni element rastresite mešavine muslija najčešće su ovsene i/ili kukuruzne pahuljice.

4.4. TESTENINE I SRODNI PROIZVODI

Testenine su proizvodi dobijeni mešanjem pšenične ili kukuruzne krupice sa vodom, ili mešanjem pšeničnog brašna sa vodom, bez ikakvih dodataka ili uz dodatak odgovarajućih pomoćnih sirovina. Kao drugi sastojci za proizvodnju testenina mogu se koristiti mlinski proizvodi od kukuruza, pirinča, raži, ovsa, ječma, heljde i drugih, skrobom bogatih kultura. Oblikovanjem ove mase dobijaju se razne forme testenina (špagete, makarone, rezanci, fidine, pužići, zvezdice, slova, mašnice i sl.).

Za izradu testenine obično se koristi grublje brašno (brašno od durum žita) sa velikom količinom žitnog lepka. Pripremljeno testo se ne peče već se oblikuje u različite profile i onda se suši do ispod 12% vlage.

Testenina obično ima visoku energetska vrednost jer sadrži manje vode nego hleb pa je, što se tiče energije, „zbijenija“, tj. veće je kalorijske gustine. Zahvaljujući niskom sadržaju vlage i masnoće, čuvanje testenine je lako. Može se čuvati na sobnoj temperaturi i do godinu i po dana.

Radi poboljšanja senzorskih, tehnoloških i nutritivnih svojstava testenina, u procesu njihove proizvodnje mogu se dodavati i drugi sastojci. Kao dodatne sirovine u proizvodnji testenina mogu se upotrebljavati: sveža jaja ili jaja u prahu, melanž od jaja, zamrznuta jaja, mleko ili obrano mleko, mleko u prahu ili obrano mleko u prahu, zgusnuto mleko, ostali proizvodi od mleka, inaktivisani kvasac, proizvodi od voća i povrća, meso ili proizvodi od mesa, brašno leguminoza, sojin izolat, sojin koncentrat, glutensko brašno, sirovi gluten, pšenične klice i proizvodi na bazi tih klica, brašno i griz ostalih žita, itd.

Visokokvalitetna testenina koja se naziva *semolina* pravi se od tvrde pšenice. U vezi sa tehnologijom proizvodnje ove testenine interesantno je to da je endosperm zrna pšenice zdrobljen, a ne fino usitnjen.

Ukoliko se u procesu proizvodnje testenine kao dodaci koriste i mahunarke, moguće je dobiti proizvod koji sadrži kompletan protein.

Testenina se može praviti i od pirinča. U tom slučaju, dobijena testenina je bezglutenska.

4.5. PEKARSKI PROIZVODI

Pod pekarstvom se podrazumeva tehnologija, znanje i veština pripremanja hleba i peciva. Pekarski proizvodi obuhvataju različite vrste hleba i peciva.

4.5.1. Hleb i peciva

Hleb je proizvod dobijen mešanjem, fermentacijom, oblikovanjem i pečenjem testa. Osnovne sirovine od kojih se mesi testo za hleb su: brašna od žita, prekrupe, voda (ili druge dozvoljene tečnosti), pekarski kvasac (ili druga sredstva za fermentaciju) i kuhinjska so.

Pecivo, za razliku od hleba, ne sme imati masu veću od 250 g. Osim razlike u gramaži, peciva, u poređenju s hlebom, sadrže mnogo više pomoćnih sirovina (mleko, šećer, mast, jaja, začini, voće, džem, i drugi nadevi). To je razlog što se ona brže kvare nego hleb.

Prema Pravilniku o kvalitetu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda, testenina i brzo zamrznutih testa (Sl. glasnik RS", br. 68/2016 i 56/2018), hleb i peciva se svrstavaju u dve grupe: 1) osnovne vrste hleba i peciva i 2) specijalne vrste hleba i peciva. Specijalne vrste hlebova i peciva proizvode se posebnim tehnološkim postupkom, uz dodatke određenih sastojaka koji im daju određene specifične karakteristike. U specijalne hlebove spadaju: mlečni hleb, dijetalni hleb, hleb produžene svežine, tost hleb, hleb sa suvim voćem i sl.

Osnovne sirovine za proizvodnju pekarskih proizvoda su: pšenično, ražano, kukuruzno ili heljdino brašno, voda (obična ili mineralna) i kuhinjska so. Kao dodatne sirovine mogu se koristiti: druge vrste brašna (ovseno, sojino), mekinje, pahuljice, skrob, proizvodi od soje, sirovi gluten, klice, mleko, i proizvodi od mleka, sveža jaja, jaja u prahu, melanž od jaja, med, voće i proizvodi od voća, jestivo ulje, masti biljnog i životinjskog porekla, prehrambeni inaktivisani kvasac, začini i druge sirovine. Kao pomoćne sirovine za proizvodnju pekarskih proizvoda mogu se upotrebljavati različiti aditivi: enzimski preparati, preparati na bazi pektina, kiseline i njihove soli, sredstva za konzervisanje, suvi pekarski kvasac, prašak za pecivo, prirodne i veštačke boje i arome i druge sirovine.

4.5.1.1. Tehnološki proces proizvodnje hleba i peciva

Osnovne faze tehnološkog procesa proizvodnje hleba i peciva su:

- priprema testa (priprema i doziranje sirovina i izrada testa);
- fermentacija (fermentacija i oblikovanje testa) i
- pečenje testa.

4.5.1.1.1. Priprema testa

Osnovne sirovine za pripremu testa su brašno, voda, kvasac i so. Pored osnovnih, moguće je koristiti i određene pomoćne sirovine.

Za proizvodnju hleba koristi se **brašno** sa višim sadržajem proteina koje daje bolji kvalitet lepka, što omogućava proizvodnju izdašnjih pekarskih proizvoda.

Voda je neophodna da bi se omogućilo bubrenje proteina od kojeg zavisi elastičnost testa, a samim tim i njegova pogodnost za oblikovanje. Voda je takođe neophodna za rast kvasaca. Optimalna temperatura za to je oko 30 °C.

Kvasac može da razlaže samo monosaharide. Zbog toga je važno da se koristi brašno koje je odležalo (u kojem je već došlo do razlaganja skroba). Za proizvodnju hleba i peciva koristi se čista kultura kvasca *Sacharomyces cerviesae*. Pored šećera, za rast kvasaca potrebni su i proteini i mineralne materije. Kao rezultat alkoholne fermentacije, do koje dolazi pod dejstvom kvasaca, nastaju ugljen-dioksid (zaslužan za narastanje testa) i alkohol.

So se koristi radi postizanja boljeg ukusa gotovog proizvoda.

Kao pomoćne sirovine za pripremanje testa koriste se različite vrste brašna (krompirovo, kukuruzno, raženo i dr.), mogu se dodavati šećer, mleko, masti, jaja i dr.

Formiranje testa počinje apsorpcijom vode kada ona dođe u kontakt s brašnom.

Dodatkom šećera postiže se bolja podloga za rast kvasaca, dobija se lepša boja proizvoda i poboljšava njegov ukus i hranljiva vrednost. Upotrebom mleka poboljšavaju se: kvalitet lepka, senzorske karakteristike i hranljiva vrednost proizvoda. Najbolja masnoća za dodavanje testu je maslac koji obezbeđuje bolju šupljikavost testa. Jaja povećavaju hranljivu vrednost, dok masti iz žumanceta utiču na narastanje testa i mekoću proizvodu čija kora dobija poželjnu žućkastu boju.

Veće količine dodatih sastojaka onemogućavaju aktivnost kvasaca. Zato se pri proizvodnji specijalnih vrsta hleba i peciva upotrebljava prašak za pecivo, odnosno soda bikarbona.

Mešenje testa podrazumeva mehaničku obradu čiji je cilj da se od svih osnovnih i dodatih sastojaka dobije homogena masa određene elastičnosti, čvrstine i oblika.

4.5.1.1.2. Fermentacija testa

Pripremljeno testo se podvrgava fermentaciji. Zato je neophodno da ono odstoji od 30 do 150 minuta, pri temperaturi od 27 do 32 °C (što je optimalna temperatura za razmnožavanje kvasaca). Proces fermentacije je skup složenih biohemijskih procesa (alkoholna i mlečnokiselinska fermentacija) koji su posledica delovanja enzima kvasaca, bakterija mlečne kiseline i enzima koji se nalaze u brašnu. U procesu fermentacije fermentišu glukoza i fruktoza iz brašna, zatim saharoza koja se dodaje pri zamesivanju testa u količini od 2% i maltoza koja nastaje kao produkt enzimske razgradnje skroba. U ovom procesu nastaju alkohol i ugljen-dioksid. Prilikom pečenja, jedan deo alkohola ispari, dok se jedan deo pretvara u acetilmetil-karbinol, koji utiče na specifičan miris i ukus hleba. Kao sporedni produkti fermentacije nastaju i organske kiseline (limunska, sirćetna, vinska, jabučna) koje snižavaju pH testa sa 6 na 5. Stvoreni gas (ugljen-dioksid) pokušava da izađe iz testa i formira šupljine, što se manifestuje time da testo raste. Nakon nekog vremena fermentacija testa se ocenjuje pritiskom prsta. Ako se testo vrati u prvobitni položaj, to znači da fermentacija nije završena i da testo treba još da odstoji. Ukoliko se, pak, testo u potpunosti slegne usled izduvavanja velikih mehurova, znači da je fermentacija previše trajala.

Da bi uslovi fermentacije bili isti u celoj masi testa, potrebno je testo ponovo premesti i ostaviti da odstoji još 10 minuta. Ponovnim mešanjem testa, omogućava se da nove čestice brašna dođu u kontakt s vodom. Kada se testo premesi, kvasac se ponovo aktivira pa kažemo da je testo osveženo.

Posle fermentacije testo ide na dalju obradu. Najpre mu se daje konačan oblik (ručno ili mašinski). Nakon toga ono pre pečenja provede još 30 minuta pri temperaturi od 30 °C (testo „odmara“). U toku „odmaranja testa“ odvija se završna fermentacija.

4.5.1.1.3. Pečenje testa

Testo se peče pri temperaturi od 240 do 280 °C. Temperatura i vreme pečenja zavisi od vrste, veličine i oblika proizvoda. Za vekne od 0,5 kg, pečenje traje od 15 do 17 minuta, da bi na kraju pečenja temperatura bila 180 °C. Pored adekvatne temperature, za pravilno pečenje hleba potrebno je i dosta vlage, i to u početnoj fazi pečenja.

Kora na površini proizvoda formira se usled visokih temperatura i migracije vlage sa površine proizvoda. Ako je temperatura pečenja previše visoka, dobija se hleb sa korom koja je raspukla i sa gnjecavom sredinom, jer u tom slučaju brzo obrazovana kora ne dopušta prodiranje temperature ka sredini proizvoda. Osim toga, prevremeno formirana kora onemogućava izlazak vlage iz sredine proizvoda (gubitak vlage u sredini je svega 5%, a gubitak vlage na površini je i do 20%), što je još jedan razlog da posle pečenja pri temperaturi višoj od preporučene sredina ostaje meka (gnjecava).

Pre nego što se stavi na pečenje, pecivo se premazuje: vodom, rastvorom skroba ili mešavinom šećera i jaja. Na taj način sprečava se prerano formiranje čvrste kore i tako omogućava da na početku pečenja gasovi kroz nju (koru) izlaze na površinu. U protivnom, ako bi kora već u početku pečenja postala čvrsta, ona ne bi propuštala gasove i pukla bi pod njihovim pritiskom.

Prodirlanjem temperature u testo, događaju se sledeće promene:

- pri temperaturi od 35 °C, delovanjem enzima dolazi do razlaganja sastojaka brašna i smanjenja sadržaja šećera koje kvasci koriste za fermentaciju. Usled nakupljanja gasova testo narasta i povećava zapreminu;
- pri temperaturi od 48 do 65 °C, prestaje aktivnost kvasaca i fermentacija;
- pri temperaturi od 53 do 65 °C, dolazi do klajsterizacije skroba - skrob upija vodu i bubri. Belančevine koje su u toku mešanja testa vezale svu vodu, pri ovoj temperaturi koagulišu, i otpuštaju vodu koju preuzima skrob (ovaj proces razmene vode između belančevina i skroba se naziva *klajsterizacija*);
- pri temperaturi od 60 do 65 °C, počinje da isprava alkohol;
- testo zadržava većinu ugljen-dioksida sve dok temperatura ne dostigne oko 72 °C. Na toj temperaturi iz testa/hleba oslobađa se velika količina ugljen-dioksida;

- pri temperaturi od 100 °C do 140 °C, razgradnjom skroba nastaju dekstrini. Maltoza i sladni šećeri karamelizuju i na kori se stvara svetložuta boja;
- pri temperaturi od 140 °C do 160 °C, šećer karamelizuje, dekstrini postaju tamniji i stvara se braon kora;
- na površini kore se odvija *Majlardova reakcija* zbog koje korica dobija smeđu boju. Majlardova reakcija je reakcija koja dovodi do potamnjivanja hrane i posledica je hemijske reakcije između aminokiselina proteina i šećera uz prisustvo toplote. Zahvaljujući ovoj reakciji braonkastu boju imaju: bavarsko i druga peciva, pivo, pomfrit, pržena kafa i dr. Pošto se reakcija lakše odvija u prisustvu baza, dodavanje baznih jedinjenja bavarskom pecivu doprinosi specifičnoj tamnoj boji;
- voda isparava i hleb gubi na masi.

Po vađenju iz pećnice hleb ima na površinu temperaturu od 150 do 180 °C, a u sredini od 95 do 98 °C. Da bi se sredina hleba ohladila pri temperaturu spoljašnje sredine potrebno je da protekne oko 4 sata. Za to vreme odvija se migracija vode iz sredine ka kori hleba koja usled toga postaje vlažnija, mekša i elastičnija.

Pri starenju hleba, skrob koji se u njemu nalazi ima sve manju sposobnost vezivanja vode. Kora tada omekšava, jer voda iz sredine hleba migrira ka površini hleba, dok sredina hleba postaje mrvljiva.³⁵

- Kako bi se smanjio unos zasićenih masti i postigao očekivani kvalitet pekarskih proizvoda, preporuka je da se koristi dobro ohlađeno ulje, umesto ulja koje je sobne temperature.
- Jedna šolja maslaca ili margarina može se zameniti sa 7/8 šolje ulja.
- So je neophodan sastojak prilikom pravljenja pekarskih proizvoda, jer osim na ukus, utiče i na to da spreči prekomeran rast i razmnožavanje kvasaca.
- Jedna šolja šećera može se zameniti sa ¾ šolje meda, uz dodavanje jedne supene kašike šećera
- Prašak za pecivo³⁵ se dodaje i meša zajedno sa svim ostalim suvim sastojcima. Jer, ukoliko bi se dodao tečnim sastojcima, stvoren ugljen-dioksid bi se prerano oslobodio i izgubio bi se u toku procesa mešanja, što bi se nepovoljno odrazilo na kvalitet gotovog proizvoda.
- U receptu za kolače, umesto jedne šolje namenskog brašna za kolače, može se koristiti jedna šolja višenamenskog brašna čija je količina umenjena za dve supene kašike.

35 Prašak za pecivo (soda bikarbona i limuntus u odnosu 2:1) koristi se kao sredstvo za dizanje testa. To se postiže stvaranjem gasova koji nastaju u hemijskim reakcijama kiselina i baza.

4.6. OSTALI PEKARSKI PROIZVODI

Prema vrsti upotrebljenih sastojaka i načinu izrade, ostali pekarski proizvodi se stavljaju u promet kao: punjeno pecivo, burek, pita, štrudla, pecivo od lisnatog testa i kvasnog (fermentisanog) lisnatog testa, krofna, mekika, đevrek, pereca i drugi pekarski proizvodi.

U zavisnosti od stepena finalizacije, pekarski proizvodi se stavljaju u promet kao:

- *gotovi pekarski proizvodi* koji se mogu odmah konzumirati;
- *polupečeni pekarski proizvodi* koji se mogu konzumirati nakon naknadne (dodatne) termičke obrade;
- *zamrznuti pekarski proizvodi* (gotovi ili polupečeni proizvodi koji se čuvaju u zamrznutom stanju) i
- *sušeni pekarski proizvodi* su proizvodi koji su osušeni do sadržaja vlage koji obezbeđuje stabilno skladištenje proizvoda u propisanom roku. Sušeni pekarski proizvodi su sušene kore, dvopek, hlebne mrvice i dr. Sušene kore imaju najmanju održivost, jer imaju najveći procenat vlage te ih je potrebno čuvati pri temperaturi frižidera.

Grisini su suvi pekarski proizvodi dobijeni od brašna tipa "500" ili "800" i vode, sa dodatkom ili bez dodataka kvasca, soli, šećera i drugih sastojaka. U obliku su štapića, pereca i slično.

4.7. TESTO I PROIZVODI OD TESTA

Testo je pekarski poluproizvod dobijen od brašna i drugih sastojaka, koji je odgovarajućim tehnološkim postupcima, bez termičke obrade, doveden u stanje u kojem se može skladištiti tokom određenog vremenskog perioda, u za to adekvatnim uslovima (frižider ili zamrzivač).

U zavisnosti od sastava, testo se stavlja u promet kao:

- lisnato testo;
- kvasno (fermentisano) lisnato testo;
- kvasno (fermentisano) testo;
- razvučeno testo;
- krompirovo testo i
- ostale vrste testa.

Za lisnato testo je karakteristično to da, u poređenju sa drugim vrstama testa, sadrži veći procenat masnoće.

4.8. SNEK PROIZVODI

Snek proizvodi obuhvataju slane i neslane proizvode čiju osnovu čine brašno kukuruza, pirinča ili krompira, ili njihova mešavina, uz dodatak jezgrastog voća, semenki i drugih dodataka. Za sve snek proizvode zajedničko je to da su suvi, vazdušasti, hrskavi i da mogu da se proizvode u različitim oblicima i sa različitim senzorskim svojstvima. U prometu se uglavnom nalaze u malom pakovanju; konzumiraju se grickanjem; krti su i dobro su svarljivi. Na osnovu sastava i načina proizvodnje, snek proizvodi se stavljaju u promet kao: čips, čips proizvodi, proizvodi na bazi peleta, flips, ekspandirani proizvodi, prženi i suvopečeni plodovi, semenke i drugi srodni proizvodi.

Čips je slan, suv i hrskav proizvod od krompira. Dobija se prženjem u ulju ili masti. Karakteriše ga visok sadržaj masnoće (48%), nizak sadržaj vode i mala količina soli koja ne sme biti viša od 3,5% .

Proizvodi od čipsa dobijaju se mešanjem suvih prerađevina od krompira sa skrobovima i modifikovanim skrobovima, žitnim brašnima i drugim mlinskim proizvodima. U pogledu sadržaja masnoće, soli i vode, ne razlikuju se od čipseva.

Proizvodi na bazi peleta su proizvodi različitog oblika dobijeni prženjem u ulju ili drugim tehnološkim postupcima, uz naknadno soljenje, odnosno aromatizovanje. Pelet je poluproizvod koji se dobija termičkom obradom, a zatim sušenjem testa izrađenog od brašna žita i drugih mlinskih proizvoda, krompira, masnoća i drugih namirnica. Proizvodi na bazi peleta sadrže najviše 5% vode i najviše 4% soli.

Flips je proizvod dobijen postupkom ekstrudiranja i ekspandiranja sirovina na bazi žita, krompira i drugih namirnica, uz dodatak masnoća, šećera, soli i drugih sastojaka. Flips proizvodi mogu biti slanog ili slatkog ukusa.

Kukuruzni flips je najznačajniji i najpoznatiji snek proizvod. Proizvodi se od kukuruznog griza (krupice) uz dodatak masnoće, soli i različitih aditiva za poboljšanje ukusa i mirisa. U postupku dobijanja kukuruznog flipsa, prve promene na krupici odvijaju se usled dejstva visoke temperature i pritiska. Tada dolazi do razmekšavanja skroba, odnosno nastaje testasta masa, koja se istiskuje kroz rupice cilindra na opremi koja se naziva ekstruder.

Zbog naglog oslobađanja i promene pritiska pri izlasku kroz rupice cilindra, dolazi do povećanja obima ekstrudiranog proizvoda koji je karakteristične strukture, porozan i vazdušan.

Ekspandirani proizvodi su proizvodi različitih oblika dobijeni postupkom ekspandiranja žita, uz dodatak drugih namirnica.

Ekstrudiranje i ekspandiranje su tehnološki postupci kojima se, primenom visoke temperature i pri visokom pritisku, za kratko vreme postiže potrebna termička i mehanička obrada. Prema tome, osnovni parametri ekstrudiranja i ekspandiranja su temperatura, pritisak i vreme. Suštinska razlika između ova dva procesa je u tome što se pri ekstrudiranju koriste više temperature, viši pritisci i duže vreme obrade.

Prženi i suvopečeni plodovi su snek proizvodi dobijeni suvim pečenjem ili prženjem u ulju semenke i sličnih sastojaka različitih biljaka (kikiriki, pistaći, suncokret, soja, bundeva i sl.), uz dodatak soli i drugih namirnica. U promet se mogu stavljati obloženi slatkim ili slanim nanosom. Kao gotovi proizvodi, prženi i suvopečeni plodovi mogu da sadrže najviše 3,5% soli.

4.9. POSLASTIČARSKI PROIZVODI

Prema Pravilniku o kvalitetu i drugim zahtevima za fine pekarske proizvode, žita za doručak i snek proizvode ("Sl. list SCG", br. 12/2005 i "Sl. glasnik RS", br. 43/2013 - dr. pravilnik i 68/2016 - dr. pravilnik), poslastičarski proizvodi se ubrajaju u fine pekarske proizvode. Može se reći da se oni, po svojim karakteristikama, nalaze između pekarskih i konditorskih proizvoda. Kao zanat i kao tehnologija poslastičarstvo se oslanja, kako na tehnologiju pekarstva, tako i na tehnologiju konditorstva. Zbog toga je veoma teško povući jasnu granicu između pekarskih i konditorskih proizvoda. Svakako, predmet poslastičarstva jeste izučavanje načina pripreme i prerade namirnica u cilju pripreme poslastica.³⁶

Poslastičarski proizvodi se pripremaju od različitih vrsta testa dobijenih od brašna žita, i drugih mlinskih proizvoda, šećera, namirnica sa sadržajem belančevina, masnoća i drugih namirnica, a rok trajanja im je do trideset dana. Osnovu poslastica čine dve grupe sastojaka. Prvo, to su tzv. noseće podloge (poslastičarska testa – kore) koje se pripremaju od brašna žita. Drugu grupu čine šećeri koji su osnova kremova, preliva i sl.

Prema sastavu i načinu obrade, poslastičarski proizvodi stavljaju se u promet kao kolači i kao ostali poslastičarski proizvodi u koje se ubrajaju: rolati, torte, štrudle, kvasni poslastičarski proizvodi (kuglof), krem dezerti (krem pita, tiramisu) i dr. Poslastičarski proizvodi mogu biti punjeni, prelivevi (delimično ili potpuno) ili ukrašeni.

Poslastice se još mogu podeliti na:

- hladne, suve poslastice u koje spadaju torte, šnitovi (odresci), rolati, minjoni, deserti, čajno pecivo i ledene poslastice (sladoledi, kupovi, parfei, kasato i dr.) i
- tople poslastice u koje spadaju palačinke, pite, štrudle, savijače, sufleji, pudinzi, kohovi i dr.

Za proizvodnju poslastičarskih proizvoda koriste se: biskvitna testa, lisnata testa, prhka (sipkava) testa, kuvana testa, fermentisana testa, vučena testa, testa od krompira, testa od jezgrastog i koštičavog voća za poslastičarske proizvode.

Prelivi koji se najčešće koriste u poslastičarstvu su: lajteri (kuvani šećerni preliv), nekuvane šećerne glazure, žele, voćni preliv, nadevi i punjenja, posipi i premazi, doboš preliv,³⁷ grilijaš preliv³⁸ i čokoladni prelivi.

³⁶ Poslastica je komad kolača koji se može servirati kao samostalna poslastica ili kao desert u okviru menija.

³⁷ Preliv koji se dobija topljenjem i prženjem kristal šećera do boje čilibara.

³⁸ Preliv koj ise priprema kada se u doboš preliv doda mleveno i sitno seckano orašasto voće (orah, lešnik, badem).

Kremovi su lagane penaste mase koje se u poslastičarstvu koriste za filovanje, ali i kao samostalne poslastice. Nastaju mešanjem različitih sastojaka. Osnovni kremovi u poslastičarstvu su šlag, buter krem i želatin. Koriste se još i: kuvani kremovi, kremovi sa čokoladom, zapečeni kremovi, musevi,³⁹ kremovi sa sirom, hladni kremovi, ganaž kremovi,⁴⁰ mešani kremovi, parfe krem,⁴¹ šlag krem⁴² i sladoledni kremovi.

39 Osnovu museva čine pavlaka, mleko, med, vanila, voće i čokolada.

40 Osnovu ganaž kremova čine pavlaka i čokolada.

41 Ledeni krem koji nastaje kada se ulupa šećer sa malo vode, a zatim se doda šlag i dodaci za boju i ukus.

42 Nastaje od ulupane slatke pavlake.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Građa zrna žita.
- Hemijski sastav zrna žita.
- Šta je gluten?
- Karakteristike najvažnijih vrsta žita.
- Proizvodi prerade žita.
- Mliniski proizvodi žita.
- Tipovi brašna.
- Gotovi proizvodi od žita.
- Testenine.
- Pekarski proizvodi – osnovne karakteristike.
- Proces proizvodnje hleba i peciva.
- Osnovne karakteristike poslastičarskih proizvoda.



Treći deo
12. POGLAVLJE

KONDITORSKI PROIZVODI



KONDITORSKI PROIZVODI

Osnovne sirovine u proizvodnji konditorskih proizvoda su šećeri, skrobni sirup, pšenično brašno, mast i kakao zrno, koji su ujedno i nosioci osobina konditorskih proizvoda. Sam naziv konditorski proizvodi (potiče od latinske reči *condire* što znači začiniti, zasladiti). Kao dodaci u proizvodnji konditorskih proizvoda mogu se koristiti brojne sirovine, kao što su, na primer, prerađevine mleka, voće, med, začini i dr. Uloga dodatnih sirovina je u korigovanju funkcionalnih osobina osnovnih sirovina.

Tehnologija konditorskih proizvoda proučava preradu različitih sirovina u proizvode koji predstavljaju koncentrovanu hranu, najčešće visoke energetske vrednosti i pretežno slatkog ukusa (mogu biti i slani). Slatkoća je osnovno obeležje konditorskih proizvoda. Upotrebljavaju se u dnevnoj ishrani, u zavisnosti od individualne želje, od navike i običaja, kao i od načina ishrane.

Konditorski proizvodi zastupljeni su velikim brojem proizvoda različitih karakteristika i različitog procesa proizvodnje. U zavisnosti od sirovine koja je dominantna u njihovom sastavu, mogu se podeliti u tri grupe. To su:

- keks i proizvodi srodni keksu (brašneno-konditorski proizvodi);
- kakao i čokoladni proizvodi i
- bombonski proizvodi.

U konditorske proizvode ubraja se i guma za žvakanje, kao i proizvodi sa smanjenom energetskom vrednošću - tzv. *light* proizvodi u kojima je šećer delimično ili u potpunosti zamenjen niskoenergetskim veštačkim zaslađivačima.

1. KEKS I PROIZVODI SRODNI KEKSU

Keks i proizvodi srodni keksu ili brašнено-konditorski proizvodi su konditorski proizvodi čije osobine u najvećoj meri zavise od tehnološkog kvaliteta brašna koje, uz druge sastojke (masnoće, šećer, voda, namirnice bogate proteinima i dr.), presudno utiče na formiranje testa različite konzistencije.

Kao sirovine u proizvodnji keksa i keksu sličnih proizvoda upotrebljavaju se mlinski proizvodi, i to: pšenično belo, polubelo i crno brašno, zatim pšenična krupica i ražano brašno koji se delom mogu zameniti pšeničnim, kukuruznim, pirinčanim i krompirovim skrobom. Kao zaslađivači koriste se: saharoza, invertni šećer, glukoza, fruktoza, skrobni sirup, i med. Može se, takođe, koristiti i kokosovo ili sojino brašno, dok se od masnoća mogu koristiti masti biljnog i životinjskog porekla (hidrogenizovane masti, margarin, maslac, maslo, svinjska mast). Među sirovinama koje se upotrebljavaju u proizvodnji keksa i proizvoda sličnih keksu nalaze se još i proteinski proizvodi na bazi soje, mleka i jaja, kao i sve vrste jezgrastog voća, svežeg voća i proizvoda od voća.

Postupak proizvodnje keksa i njemu sličnih proizvoda obuhvata oblikovanje komada testa koji se termički obrađuju tako da temperatura testa u unutrašnjosti proizvoda bude 110 °C. Nakon termičke obrade, proizvodi se hlade, kako bi masti koje se u njima nalaze očvrsnule, a šećeri kristalizirali, čime se postiže željena čvrstina proizvoda. Ovako dobijeni krajnji proizvodi imaju rok trajanja duži od 30 dana.

Neki od ovih proizvoda slični su pekarskim proizvodima i imaju naziv „fina peciva” i „masna peciva”, tako da je nekada veoma teško postaviti jasnu granicu između pekarskih, konditorskih i poslastičarskih proizvoda.

Prema sastavu i načinu obrade, keks i srodni proizvodi stavljaju se u promet kao: keks; kreker; čajno pecivo, medenjak, trajni slatki kolač, biskvit, vafel, slana peciva.

Keks je proizvod od brašna i drugih mlinskih proizvoda, masnoća, šećera i drugih namirnica, homogenizovanih u testo koje je, nakon oblikovanja prema određenom kalupu, termički obrađeno (ispečeno). Keks može biti slatkog ili slanog ukusa. Sadrži najmanje 5% masnoća, a ako se radi o slanom keksu, može da ima najviše 4% soli.

Kreker je proizvod slojevite, prhke strukture, proizveden od brašna žita i drugih mlinskih proizvoda, masnoća i drugih namirnica, sa ili bez dodatka kvasca i enzima. Kreker sadrži najmanje 10% masnoća, dok slani kreker, kao i slani keks, može da ima najviše 4% soli.

Čajno pecivo je proizvod od testa izrađenog od brašna i drugih mlinskih proizvoda, masnoća, šećera i drugih namirnica. Čajno pecivo sadrži najmanje 10% masnoća i može biti slatkog ili slanog ukusa. Kao i slani keks i krekeri, slano čajno pecivo sme da sadrži najviše 4% soli.

Medenjak je proizvod dobijen od medenog testa izrađenog od brašna i drugih mlinskih proizvoda, meda, šećera i drugih namirnica. Medeno testo sadrži najmanje 40% ukupnog šećera, od čega najmanje 15% mora biti šećer poreklom od prirodnog meda.

Trajni slatki kolač je kolač sličan medenjaku, proizveden od testa izrađenog od brašna i drugih mlinskih proizvoda; šećera; invertnog šećera i drugih namirnica.

Biskvit se stavlja u promet kao biskvit i masni biskvit. Biskvit je proizvod dobijen od biskvitnog testa izrađenog od brašna žita i drugih mlinskih proizvoda, šećera, jaja i drugih namirnica, osim masnoća. Za razliku od biskvita, masni biskvit se proizvodi uz dodatak masnoća..

Vafel se stavlja u promet kao vafel list i vafel proizvod. Vafel list je proizvod dobijen od testa izrađenog od brašna i drugih mlinskih proizvoda i drugih namirnica. Vafel list može biti ravan i oblikovan. Vafel proizvod može biti slanog i slatkog ukusa.

Slana peciva su proizvodi dobijeni od testa koje se izrađuje od brašna i drugih mlinskih proizvoda, soli i drugih namirnica. U proizvodnji slanih peciva dozvoljena je upotreba natrijum-hidroksida u količini do 0,5%. Kao gotov proizvod, slano pecivo može da sadrže najviše 4% soli.

2. KAKAO I ČOKOLADNI PROIZVODI

Kakao se dobija mlevenjem isprženih, samlevenih semenki biljke kakaovac. Kakaovac je nisko tropsko drvo koje se gaji u Africi, Južnoj Americi i Indoneziji. Plod je srolikog oblika, mase od 300 do 500 g. Veličine je manje dinje i unutar svakog ploda se nalazi 25-60 semenki poređanih kao zrna kukuruza u klipu. Iz zrelih plodova kakaovca vade se semenke veličine badema. Semenske se ostavljaju da fermentišu kako bi im se lakše odvojila ljuska. Sušenjem fermentisanih semenki dobija se **sirovo kakao zrno** koje prestaje da bude gorko, dobija specifičnu aromu i krtost usled čega se lakše melje i drobi. Sirovo kakao zrno je polazna sirovina u proizvodnji kakao maslaca, kakao praha i čokoladne mase.

Obrada sirovog kakao zrna uključuje mehaničku i termičku obradu (sušenje). Izdvojeno jezgro kakao zrna se drobi, pri čemu se dobija **kakao lom**. Mlevenjem kakao loma dobija se **kakao masa**. Kakao masa se koristi za izradu kakao maslaca, kakao praha i čokoladne mase.

Kakao maslac se dobija presovanjem kakao mase, pri čemu se izdvaja kakao pogača. Kakao maslac ima blagu čokoladnu aromu i koristi se za spravljanje kolača i čokolade, a delom i u farmaceutskoj industriji.

Kakao prah dobija se mlevenjem kakao pogače.

Čokoladna masa (čokolada) dobija se mešanjem i termičkom obradom sledećih čvrstih i tečnih sirovina: šećera u prahu, kakao mase, lecitina,⁴³ kakao maslaca, kakao praha i sojinog brašna. Prilikom proizvodnje mlečne čokolade dodaje se i mleko u prahu.

Čokolada sadrži ugljene hidrate, masti i proteine i ima visoku energetske vrednost (oko 2200 kJ, na 100 g). Čokolada se koristi za uživanje i trebalo bi je uzimati u manjim količinama, bez obzira na to da li se radi o mlečnoj, beloj ili čokoladi sa većim sadržajem kakao delova. Hranljiva vrednost čokolade se povećava unošenjem u sirovinski sastav jezgrastog voća i sojinih proteina. Kakao maslac sadrži esencijalnu linolnu kiselinu, dok proteini u čokoladi potiču od kakao čestica i imaju malu biološku vrednost. Kakao čestice u svom sastavu imaju i mineralne materije, antioksidante (fenoli i flavonoidi), tanine i kiseline koje, takođe, povećavaju hranljivu vrednost čokolade jer deluju povoljno na funkcionisanje pojedinih organa.

Čokolada mora da ima najmanje 35% kakao delova. Kod mlečne čokolade zahtevi su nešto drugačiji - ona mora da ima najmanje 25% kakao delova i najmanje 3,5% mlečne masti.⁴⁴

43 Lecitin se dodaje u svojstvu emulgatora, budući da u sastav čokolade ulaze i šećer i masnoća koji se međusobno ne rastvaraju, emulgator čini da se ova dva sastojka dobro izmešaju, odnosno budu prividno rastvoreni.

44 Pravilnik o kakao i čokoladnim proizvodima namenjenim za ljudsku upotrebu ("Sl. glasnik RS", br. 24/2019).

Smatra se da je visoko kvalitetna čokolada ona (čokolada) koja ima najmanje 53% kakao delova. Luksuznom čokoladom smatra se čokolada koja sadrži najmanje 72% kakao delova. Inače, što je veći procenat kakao delova u čokoladi, to znači da ona sadrži i manje šećera, a to je svakako jedna od poželjnih karakteristika kada je reč o pravilnoj ishrani.

Bela čokolada je proizvod koji se dobija od kakao maslaca, mleka ili mlečnih proizvoda i šećera. Bela čokoladu od kakao delova sadrži samo kakao maslac (najmanje 20% kakao maslaca). Pošto u njoj nema kakao praha, ona nema uobičajenu tamnu boju čokolade. S obzirom na sastav bele čokolade, može se reći da je to najmanje kvalitetna vrsta čokolade. Bez kakao praha koji sadrži antioksidante (pre svega fenole i flavonoide), bela čokolada ima manju nutritivnu vrednost nego čokolade koje u svom sastavu imaju kakao prah.

Uopšteno govoreći, što čokolada ima veći sadržaj kakao mase (kakao praha), te je nutritivno vrednija.

Osim čokolade u obliku table, proizvode se i punjene čokolade, čokoladni dezerti, čokoladni prelivi, čokoladne mrvice, čokoladni komadići i dr.

3. BOMBONSKI PROIZVODI, PROIZVODI SLIČNI ČOKOLADI I KREM PROIZVODI

Proizvodi slični čokoladi su proizvodi koji su dobijeni od kakao praha ili kakao mase, uz dodatak šećera, biljnih masti, mleka ili mlečnih proizvoda i drugih sastojaka koji im daju specifična svojstva. Ovi proizvodi se u promet stavljaju kao: *kakao tabla*, *mlečna kakao tabla*, *kakao preliv*, *mlečni kakao preliv*, i *mlečni preliv*.

Krem proizvodi su proizvodi dobijeni od šećera, biljnih masti, mlečnih proizvoda, kakao proizvoda, drugih sirovina i aditiva. Njihovo prepoznatljivo svojstvo je to da su mazive konzistencije. U prometu se nalaze kao kakao krem proizvod, mlečni krem proizvod, lešnik, badem, kikiriki, rogač ili sličan krem proizvod ili krem proizvodi sa različitim dodacima.

Bombonski proizvodi su proizvodi dobijeni od šećera, skrobnog sirupa, uz dodatak drugih brojnih sirovina, aditiva, aroma i sastojaka koji se dodaju radi povećanja biološke vrednosti proizvoda.

Bombonski proizvodi mogu se puniti, prelivati, delimično prelivati, kandirati, ukrašavati, posipati i sl. Sastav i način proizvodnje je specifičan za svaku grupu bombonskih proizvoda. Karakteristika svake grupe bombonskih proizvoda je to što imaju poseban izgled, konzistenciju i poseban utisak prilikom žvakanja.

Bombonski proizvodi se koriste za uživanje i kao poslastice, a pojedine grupe mogu da posluže i kao dijetetski proizvodi.

Bombonski proizvodi se u prometu nalaze pod sledećim nazivima: tvrde bombone, svilene bombone, karamele, draže bombone, fondan proizvod, žele proizvod, gumene bombone, penasti proizvod, lakric proizvod, likerne bombone, komprimati, marcipan proizvod, persipan proizvod, nugat proizvod, beli nugat, grilaž (krokant) proizvod, halva, ratluk, guma za žvakanje, preliv za kolače.⁴⁵

Tvrde bombone se proizvode od bombonske mase,⁴⁶ uz dodatak odgovarajućih sirovina, aditiva i aroma, kojima se postižu izgled, ukus i miris. Svilene bombone se takođe proizvode od bombonske mase, aditiva i aroma, ali su obrađene na način da imaju svilenkast sjaj.

Karamele su mekane bombone dobijene od šećernog sirupa, uz dodatak masnoća, aditiva i aroma, a može im se dodavati i mleko, odnosno mlečni proizvodi.

45 Pravilnik o proizvodima sličnim čokoladi, krem proizvodima i bombonskim proizvodima ("Sl. glasnik RS", br. 24/2019)

46 Bombonska masa je zapravo upareni šećerni sirupni rastvor koji sadrži visok procenat skrobnog sirupa.

Draže bombone se sastoje od jezgra prevučenog sa šećernim, čokoladnim ili drugim omotačem, ili njihovom kombinacijom. Jezgra draže bombone mogu biti različitog sastava (šećer, suvo ili kandirano voće, žitne pahuljice i dr).

Fondan proizvod se dobija od fondan mase, uz dodatak drugih sastojaka, aditiva i aroma. Fondan masa je polučvrste konzistencije. Dobija se ukuvavanjem rastvora šećera.

Žele proizvod i gumene bombone dobijaju se od šećera i drugih sastojaka, uz dodavanje sredstava za želiranje koji ovim proizvodima daju odgovarajuću konzistenciju. Kao sredstvo za želiranje u proizvodnji žele bombona koriste se agar i pektin, a u proizvodnji gumenih bombona - skrob.

Penasti proizvod se proizvode lupanjem šećernog sirupa i sredstava za stvaranje prene i drugih sastojaka, koje proizvodu daju penastu konzistenciju. Stabilna pena se oblikuje neposredno posle izrade.

Lakric bombone se sastoje od lakric mase koja posle termičke obrade dobija plastično-elastične osobine. Lakric masa sadrži šećer i brašno kojoj se nakon termičke obrade dodaju i drugi sastojci kao što su karamel, melasa i sl.

Likerne bombone jesu proizvodi dobijeni izlivanjem zasićenog rastvora šećera uz dodatak jakog alkoholnog pića (liker ili konjak).

Komprimati su bombonski proizvodi dobijeni presovanjem šećera i drugih sirovina. Često se proizvode komprimati sa dodatkom vitamina i šećernih alkohola, te se nazivaju dijetetskim komprimatima.

Marcipan se dobija od marcipan mase koja se izrađuje se od šećera i oljuštenih slatkih badema. **Persipan** se dobija od persipan mase, koji se od marcipan mase razlikuje u tome što sadrži umesto badema sadrži jezgra koštica voća. **Nugat proizvod** je proizvod koji se dobija od nugat mase i kakao proizvoda. Nugat masa može biti od lešnika i/ili badema. I za marcipan i za persipan i za nugat masu zajedničko je to da se zbog sadržaja masnoće nazivaju masne mase.

Grilaž (krokant) je proizvod od jezgrastog voća (badem ili lešnik) i karamelisanog šećera uz dodatak drugih sastojaka.

Halva je proizvod istočnjačkog porekla. Proizvodnja halve i ratluka zadržala se u našim krajevima sve do danas. Halva se priprema od šećera i susamove (tahan) mase, po odgovarajućem tehnološkom postupku.

Ratluk ima jako dugu tradiciju proizvodnje. Priprema se od šećera i odgovarajuće vrste skroba, sa dodatkom aditiva, aroma, kiselina i šećera u prahu. Želatinoznoj konzistenciji ratluka doprinosi skrob i njegova svojstva.

Guma za žvakanje je bombonski proizvod sastavljen od gume nerastvorljive u vodi, šećera u prahu i drugih dodatnih sirovina.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Koje su osnovne karakteristike konditorskih proizvoda?
- Šta se podrazumeva pod konditorskim proizvodima?
- Koja je razlika između čokolade, mlečne čokolade i bele čokolade?
- Šta su ratluk i halva?



Treći deo
13. POGLAVLJE

VOĆE I POVRĆE



VOĆE I POVRĆE

Voće i povrće kao neizostavni deo ljudske ishrane imaju veliku biološku, a relativno nisku energetska vrednost. Zbog svoje voluminoznosti (zapremine) stvaraju osećaj sitosti. Biološka vrednost voća i povrća ogleda se u tome što su voće i povrće veoma značajan izvor vitamina, minerala, organskih kiselina i enzima. Te nutritivne materije utiču na lakše i potpunije iskorišćavanje energetskih sastojaka hrane i omogućavaju normalan rast i razvoj organizma.

Prema botaničkoj definiciji, voće je semenkasta struktura koja se razvija iz oplodnog cveta. Očigledno je da ovakva definicija ne odgovara značenju koje termin „voće“ ima u svakodnevnom govoru. Naime, ako bi se dosledno držali pomenute definicije, u voće bi se mogla ubrojiti sva žita, mahunarke, orašasti plodovi, pa i uobičajeno „povrće“ - krastavci, paradajz i paprika. Ta neusaglašenost naučnog (botaničkog) i laičkog značenja pojma voća otklonjena je upotrebom prigodne - gastronomske definicije prema kojoj se voćem smatraju jestivi delovi biljaka koji se konzumiraju kao užina, ili se služe kao dezert.

Biljke voćke su višegodišnje biljke. Za razliku od njih, povrtarske biljke - biljke od kojih se dobija povrće su jednogodišnje ili dvogodišnje, što znači da se sade svake ili svake druge godine. Po definiciji, povrće predstavlja jestivi deo biljke koji se u ishrani može koristiti kao glavno jelo, ili kao sastojak drugih jela (supa, čorbi, kolača i dr.). Neke biljke imaju samo jedan jestiv deo, neke više takvih delova. Prema tome, od iste vrste biljke može se dobiti jedna ili više vrsta povrća.

Osim za ishranu, povrće se može koristiti za proizvodnju pića ili prerađivati u skrob. Može se konzumirati kao sirovo i kao termički obrađeno; može se sušiti, kiseliti ili zamrzavati. Značaj povrća za ljudsku ishranu je izuzetno veliki. Krompir je, na primer, povrće koje je u ljudskoj ishrani zastupljeno u istoj meri kao i najviše korišćena žita (pšenica, kukuruz i pirinač).

1. GRAĐA VOĆA I POVRĆA

Tkivo voća i povrća sastoji se od dve vrste ćelija - prostih i složenih. Proste ćelije grade dermalno tkivo i tkivo parenhima (parenhimsko tkivo). Dermalno tkivo je spoljašnji sloj koji se nalazi na površini lišća mladih biljaka, stabljika, korenja i cveća. Parenhimsko tkivo čini veći deo biljke i u njemu se odvija sva metabolička aktivnost biljaka, kao što su sinteza i skladištenje ugljenih hidrata.

Od složenih ćelija izgrađene su strukture koje omogućavaju transport hranljivih materija od lišća do korena i obrnuto. Potporno tkivo koje daje čvrstinu samoj biljci izgrađeno je, takođe, od složenih ćelija. Potporno tkivo može biti smešteno u sredini biljke, kao što je to slučaj kod šargarepe.

Kao što je već napomenuto, biljka se najvećim delom sastoji iz parenhimskog tkiva. To tkivo sagrađeno je od ćelija čiji je ćelijski zid sastavljen od celuloze, hemiceluloze i on daje čvrstoću ćeliji. Kada se zid ošteti (mehanički, termičkom obradom, sušenjem) dolazi do gubitaka hranljivih sastojaka (vode, šećera, vitamina) koji se nalaze unutar ćelije. Kod starijih biljaka, oko ovog primarnog ćelijskog zida od celuloze, hemiceluloze i pektina može se nalaziti i sekundarni sloj koji je izgrađen od lignina. U samoj ćeliji biljaka nalaze se organele neophodne za odvijanje svih životnih funkcija, kao i vitamini i pigmenti rastvorljivi u mastima (karotenoidi, hlorofil).

Svaka ćelija biljke sadrži i unutrašnju šupljinu koja se naziva vakuola. Veličina vakuole zavisi od količine vode koju u sebi sadrži. Kada sadrži veću količinu vode, vakuola je većih dimenzija, i obratno. U svežem voću i povrću, vakuole drže veliku količinu vode. Zbog toga je struktura takvog voća i povrća hrskava. Nasuprot tome, u termički obrađenom ili uvelom voću i povrću, sadržaj vode u vakuolama je mali i jedrost i hrskavost se gube - voće i povrće se smežurava. U vodenom rastvoru vakuole nalaze se u vodi rastvorljivi sastojci. To su: vitamini B grupe i C vitamin, zatim neke neorganske soli i pigmenti rastvorljivi u vodi. Naravno, prilikom termičke obrade voća i povrća, dolazi do gubitaka ovih hranljivih materija.

2. HEMIJSKI SASTAV VOĆA I POVRĆA

Hemijski sastav voća i povrća prvenstveno zavisi od vrste i sorte, ali i od uslova gajenja. Razumljivo je da se voće i povrće međusobno značajno razlikuju u pogledu hemijskog sastava. Ipak, postoje i neke zajedničke, odnosno slične karakteristike. Zajedničko za skoro sve vrste voća i povrća je to da u njima ima najviše vode. Među retkim izuzecima u tom pogledu su orasi i urme. Svi ostali sastojci čine suhu materiju. Što je u voću i povrću veći procenat suve materije, to je njihova hranljiva i tehnološka vrednost veća. Izuzimajući mahunarke i orašasto voće, voće i povrće su siromašni proteinima i mastima. Kada je reč o ugljenim hidratima, voće i povrće sadrže celulozu i pektin. Skrob je prisutan uglavnom u povrću, pre svega u krtolastom. U voću ga ima znatno manje zato što se on tokom zrenja voća pretvara u šećer.

2.1. UGLJENI HIDRATI

Od svih hranljivih sastojaka, u voću i povrću ima najviše ugljenih hidrata. Oni čine od tri do 25 odsto ukupne mase voća i povrća. Ima ih u prostom i u složenom obliku. Od šećera koji predstavljaju prostu formu ugljenih hidrata, u voću i povrću prisutni su monosaharidi (glukoza i fruktoza) i disaharid saharoza. Njihova količina se povećava sa procesom sazrevanja. Od složenih ugljenih hidrata, zastupljeni su celuloza i skrob.

Skrob se nalazi u korenu, krtoli, stabljikama i semenu biljaka. Pri termičkoj obradi u vodenoj sredini skrob upija vodu i želatinizira. Neko povrće, kao što je na primer krompir, ima visok sadržaj skroba, dok je u nekom povrću, kao što je peršun, sadržaj ovog ugljenog hidrata veoma nizak.

Celuloza je nerastvorljiva u vodi i osnovna funkcija joj je da obezbedi strukturu biljkama. Prilikom termičke obrade celuloza postaje mekša, ali ni tada nije svarljiva za čoveka. To isto važi i za hemicelulozu.

Pektin se nalazi između ćelijskih zidova u parenhimu biljke. To je polisaharid koji stvara gelove i razlaže se kuvanjem. Pektin se inače dobija od otpadaka jabuke, dunje i plodova citrusnog voća i koristi se kao sredstvo za želiranje.

Pored ugljenih hidrata, u tkivu biljke nalaze se i vlakna koja, kao i celuloza, služe kao potporno tkivo. Primer za to je lignin koji se nalazi u starijem povrću. On se termičkom obradom ne menja i može biti uzrok nepoželjnog svojstva voća koje se opisuje pridevom „drvenasto“.

2.2. PROTEINI

Proteini čine manje od 1% sastojaka voća. Nešto više ih ima u pojedinom povrću, kao što su mahunarke (grašak i pasulj). Međutim, to nisu kompletni proteini, pošto im uglavnom nedostaje neka od esencijalnih aminokiselina. Postoje i proteini koji su ekstrahovani iz biljaka i koriste se kao enzimi u pripremi hrane. To su, na primer, proteolitički enzimi koji doprinose nežnijoj strukturi mesa. Predstavnici tih proteina – enzima su: papain (dobija se iz papaje), ficin (dobija se iz smokava) i bromelain (dobija se iz ananasa).

2.3. MAST

Masnoće čine približno 5% korena, stabljike i lišća povrća, dok su u voću zastupljene u količini manjoj od 1%. Izuzetak su avokado i masline koje sadrže 16%, odnosno 14% masti, kao i orašasto voće.

2.4. VITAMINI

U voću i povrću nalazi se pre svega vitamin C i prekursor vitamina A – beta-karoten. Važan podatak u vezi sa sadržajem vitamina u voću i povrću jeste da se korišćenjem voća i povrća u ishrani obezbeđuje više od 90% vitamina C i veći procenat vitamina A. U voću i povrću prisutni su još i pigment beta-karoten (od njega potiče narandžasta boji voća i povrća), kao i vitamin B1 (tiamin).

Do gubitaka vitamina rastvorljivih u vodi dolazi najviše u toku termičke obrade. Do smanjenja kvaliteta voća i povrća može doći i tokom njihovog skladištenja. To se događa usled razlaganja vitamina pod dejstvom pojedinih enzima prisutnih u voću i povrću. Blanširanje voća i povrća pre zamrzavanja ima upravo za cilj da se ti enzimi inaktiviraju.

2.5. MINERALI

Minerala ima više u povrću nego u voću. Najviše su zastupljeni kalcijum, magnezijum i gvožđe.

2.6. VODA

Voda je glavni sastojak biljaka. Ona čini od 80 do 90% ukupne mase biljaka. Najmanje je ima u semenu (svega 10% sastava semena). Hemijski sastav i energetska vrednost pojedinih vrsta voća i povrća prikazana je u *tabeli 32*.

Tabela 32. Hemijski sastav i energetska vrednost pojedinih vrsta voća i povrća (prosečan sastav na 100 g jestivog dela)

Voće, povrće i pečurke	Voda (g)	Proteini (g)	Ugljeni hidrati (g)	Sirova vlakna (g)	Masti (g)	Pepeo (g)	Energetska vrednost (kJ)
Jabuke	84	0,3	14,1	0,9	0,4	0,3	246
Trešnje	83,4	1,1	14,1	0,5	0,4	0,5	251
Jagode	89,9	0,8	6,9	1,4	0,5	0,5	155
Grožđe	81,6	0,8	16,2	0,5	0,4	0,5	276
Orah	3,3	15,0	13,5	2,1	64,4	1,7	2742
Pomorandže	87,1	0,9	10,6	0,6	0,2	0,6	188
Banane	74,8	1,2	22,4	0,6	0,2	0,8	373
Lubenica	92,1	0,5	6,3	0,6	0,2	0,3	117
Mladi grašak	78,0	6,3	12,4	2,0	0,4	0,9	402
Suvi grašak	14,0	22,5	62,1	5,7	1,8	2,88	1484,4
Soja, suva	12,0	36,5	28,9	4,3	17,7	5,0	1761,9
Krompir	77,8	2,0	18,7	0,4	0,1	1,0	348
Šargarepa	88,6	11,1	8,1	1,0	0,2	1,0	167
Kupus	92,0	1,5	4,8	1,1	0,2	0,4	109
Spanać	92,7	2,3	2,6	0,6	0,3	1,5	84
Crni luk	87,5	1,4	9,5	0,8	0,2	0,6	188
Krstavac	95,6	0,8	2,4	0,6	0,1	0,5	54
Paradajz	94,1	1,0	3,4	0,6	0,3	0,6	80
Pečurke (sveže)	90,3	2,4	3,5	1,0	0,4	2,4	105

Izvor: *Preuzeto iz Trbović (2005)*

2.7. FITOHEMIKALIJE

Fitokemikalije su biljne hemikalije. One ne spadaju u hranljive materije, ali brojna istraživanja ukazuju na njihovu potencijalno važnu ulogu i značaj u sprečavanju pojedinih bolesti. U značajne fitohemikalije ubrajaju se neki pigmenti, kao što su beta-karoten i flavonoidi.

2.8. ORGANSKE KISELINE

Organske kiseline imaju značajnu ulogu u formiranju senzorskih osobina voća i povrća, pre svega njihovog ukusa i mirisa. Osnovna komponenta ukusa zavisi upravo od odnosa šećera i organskih kiselina. Osim za senzorske osobine, organske kiseline značajne su i za održivost voća i povrća. Kiselina je mnogo više u voću nego u povrću. Voće koje sadrži više kiselina lakše se konzerviša i ima veću održivost. Dominantne organske kiseline u voću su jabučna, vinska i limunska kiselina.

2.9. PRITISAK BILJKE

Pritisak biljke je pritisak kojim vakuole ispunjene vodom deluju na delimično elastični ćelijski zid. Plod biljke pre berbe je hrskav, jer plodovi sadrže veliki procenat vode koja obezbeđuje čvrstinu i potporu (turgidnost) biljci. Ubrzo nakon što je voće ili povrće „ubrano“, voda iz ploda počinje da se gubi isparavanjem. Gubljenje vode može biti potpomognuto skladištenjem voća i povrća na mestima sa niskom vlažnošću vazduha. Posledica toga je smanje pritiska u plodu usled čega on postaje mekan, uvenuo, dehidriran i gubi na masi.

Ukoliko ćelije voća i povrća nisu oštećene (termičkom obradom ili mehanički), voda može ponovo u njih da uđe. Zato je potapanje voća i povrća u vodu vid njihove rehidracije kojom im se vraća tražena i očekivana tekstura. Ukoliko se čuva u frižideru, voće i povrće zadržava upijenu vodu približno 6 sati nakon potapanja. U vezi s tim, važno je napomenuti da povrće i voće koje je oprano i isečeno ne sme se skladištiti dugo pre upotrebe. Tako, na primer, ako se isečen krompir potopi u vodu, on za samo pola sata gubi oko 40% hranljivih materija. Pre svega, na taj način gube se vitamini rastvaraju u vodi. Zato je najbolje da se takav krompir termički obrađuje upravo u vodi u kojoj je i bio potopljen. Temperatura vode u kojoj se voće i povrće potapa treba da bude od 21 do 32 °C. Kada je reč o skladištenju voća i povrća u frižideru, ono treba da bude smešteno u delu frižidera sa posebnom namenom (često sa oznakom „*crispy*“), odnosno u posebnim kutijama/pregradama u kojima je vlažnost vazduha visoka, kako ne bi dolazilo do gubitka vode iz voća i povrća.

2.10. PIGMENTI

Biljni pigmenti povećavaju senzorsku vrednost voće i povrća. Istovremeno, oni privlače insekte i tako na posredan način pospešuju oplodnju. Podložni su promenama tokom sazrevanja i prerade sirovog voća i povrća.

U voću i povrću postoje četiri grupe pigmenata. To su:

- hlorofil - zeleni pigment;
- karotenoidi - žuti, crveni ili narandžasti pigment;
- flavonoidi:
 - antocijanini - crveni, plavi ili ljubičasti pigment i
 - antoksantin - beli pigment;
- betalaini.

2.10.1. Hlorofil

Hlorofil je najprepoznatljiviji biljni pigment. To je zeleni pigment koji je odgovoran za proces fotosinteze koji se odvija u biljkama. Rastvorljiv je u mastima. Hlorofil je strukturno porfirinski prsten koji u središtu sadrži magnezijum. Do nepovratnih promena boje ovog pigmenta dolazi usled istiskivanja magnezijuma iz tog prstena. Tu promenu mogu prouzrokovati brojni faktori, kao što su: dugotrajno skladištenja, termička obrada, kiselost sredine (pH) i prisustvo nekih minerala (cink). Svi ti faktori odgovorni su za pojavu žutosmeđe do maslinasto zelene boje ovog pigmenta u kuvanom povrću i voću. Kako bi se zadržala poželjna boja i sprečile promene na hlorofilu, preporučuje se što kraća termička obrada i to u sudu bez poklopca. U prvih tri minuta kuvanja ispariće supstance iz povrća koje bi, inače, ukoliko bi ostale u rastvoru, dovele do istiskivanja magnezijuma iz hlorofila. Poznato je da alkalna sredina u kojoj se povrće kuva može očuvati hlorofil tokom termičke obrade. Nasuprot tome, kisela sredina doprinosi ireverzibilnim promena hlorofila. Dodavanje soli tokom termičke obrade radi stvaranja alkalne sredina i očuvanja boje hlorofila, može uticati na smanjenja nutritivne vrednosti, zbog razgradnje vitamina C i tiramina. Osim toga, dodavanje soli može da dovede do promene teksture usled promena na hemicelulozi.

2.10.2. Karotenoidi

Karotenoidi su crveni, narandžasti i žuti pigmenti voća i povrća koji su rastvorljivi u mastima. To su nezasićeni ugljovodonici koji sadrže mnogo atoma ugljenika i mnogo dvostrukih veza. Oni se nalaze u hloroplastima, zajedno sa hlorofilom gde dominira zeleni pigment, a takođe i u hromoplastima u kojima nema hlorofila. Postoji stotine vrsta ovih pigmenata koji se svrstavaju u dve osnovne skupine - karotene i ksantofile.

Karoteni su vrlo rasprostranjeni u voću i povrću. Neki od njih imaju i provitaminsku aktivnost. Najviše ih ima u kori plodova arguma (pomorandža, limun, mandarina, grejpfrut itd.), zatim u breskvi, kajsiji, kruški, jabuci, crvenom patlidžanu, paprici, šargarepi i dr. Najpoznatiji karoten je beta-karoten koji je prirodno narandžaste boje. U poređenju sa beta-karotenom, alfa-karoten je bleđe boje. Likopen koji se nalazi u paradajzu i lubenici doprinosi izrazito crvenonarandžastoj boji ovih vrsta povrća. On, međutim, nema provitaminsku aktivnost. Pigment kapsantin nalazi se u paprici.

Ksantofili su žutonarandžaste boje. Ovoj grupi pigmenata pripadaju lutein i zeaksantin.

Zbog velikog broja dvostrukih veza, karotenoidi su skloni autoksidaciji. Usled autooksidacije može doći do stvaranja nepoželjnog ukusa i do gubitka boje voća i povrća. Da bi se sprečila ta štetna pojava koja potiče od podložnosti karotenoida autooksidaciji, proizvodima na bazi voća i povrća često se dodaju aditivi, antioksidanti.

Prilikom termičke obrade (kuvanja), posuda u kojoj se voće i povrće koje kuva treba da budu poklopljena. Termička obrada uz dodatak maslaca ili margarina nije preporučljiva, pošto u tom slučaju karotenoidi koji su rastvorljivi u mastima blede. Dužina termičke obrade ne utiču negativno na karotenoide. Tačnije, promene koje usled toga na njima nastaju su minimalne.

2.10.3. Flavonoidi

Treća grupa pigmentnih jedinjenja – flavonoidi sastoje se od antocijanina i antoksantina.

2.10.3.1. Antocijanin

Antocijanin je crveni, plavocrveni, plavi ili ljubičasti pigment. Od njega potiče karakteristična boja borovnice, višnje, maline, crvenog kupusa, crvene šljive, kože rotkvice, crvene jabuke, crvenog krompira, grožđa i patlidžana (ali ne i cvekle).

Antocijanini su rastvorljivi u vodi. Nalaze se u ćelijskom soku biljaka, pa tokom produžene termičke obrade mogu preći u vodu. Ipak, ovi pigmenti su otporniji prema dejstvu visokih temperatura, nego prema oksidaciji. Zbog toga je potrebno da se namirnice koje sadrže ovu vrstu pigmenata kuvaju u poklopljenim sudovima kako bi se ograničio kontakt sa kiseonikom. Poznato je da su antocijanini stabilniji u kiseloj sredini i to je razlog više da se voće i povrće koje ih sadrži termički obrađuje u sudu sa poklopcem. Sprečavanjem isparavanja biljnih kiselina zadržava se kiselost sredine koja pogoduje stabilnosti pigmenata. U kiselom okruženju pigment antocijanin ima izraženiju crvenu boju. Zato se pri kuvanja crvenog kupusa, radi dobijanja atraktivnije boje finalnog proizvoda, dodaje kisela jabuka (tart).

Metali, poput gvožđa, koji se mogu nalaziti u ambalaži ili alatu, priboru ili posudama koje se koriste za obradu hrane, mogu izazvati promene na antocijaninima. Da bi se to sprečilo, metalna ambalaža u koju se pakuje hrana koja sadrži antocijanine mora biti presvučena lakom.

2.10.3.2. Antoksanthin

Pigment antoksanthin sličan je antocijaninu. Antoksanтини su beli ili bledo-žućkasti pigmenti rastvorljivi u vodi. Nalaze u soku biljnih ćelija. Ima ih i u voću (jabuka) i u povrću (karfiol, luk i krompir). Prilikom produžene termičke obrade ovaj pigment dobija nepoželjnu smeđesivu boju. Ukoliko je povrće prekuvano, neki antoksanтини mogu poprimiti i ružičastu nijansu. Zato se preporučuje kratko vreme termičke obrade voća i povrća koje sadrži ove pigmente.

2.10.4. Betalaini

Betalaini su manja grupa pigmenata koji sadrže azotnu grupu u molekularnoj strukturi. Slični su antocijaninima i antoksanтинima, ali nisu svrstani u istu grupu. Ovi pigmenti su različite boje u zavisnosti od kiselosti sredine. Na primer, pri pH sredine od 4 do 7, betacijanini su crvene boje; pri pH sredine iznad 10, betak-sanтини su žute boje; pri pH vrednosti sredine ispod 4, boja betalaini je ljubičasta.

2.11. TANINI

Termini obuhvataju široku grupu jedinjenja koja se nalaze u biljkama - obično u kori, plodovima, lišću i korenu. Tanini (taninska kiselina) su polifenolna jedinjenja koja jelima daju boju, ali utiču i na formiranje gorkog ukusa. Različite su boje - od bleđožute do svetlosmeđe. Smatra se da su tanini odgovorni i za pojavu neželjene smeđe boje voća i povrća, ali su istovremeno zaslužni za formiranje nekih poželjnih promena na biljkama, kao što je, na primer, karakteristična boja listova čaja. Tanini se nalaze u mušmulama, dunjama, naru, ljusci oraha i dr. Poznato je da tanini koji se nalaze u vinu i čajevima imaju antioksidativna svojstva.

2.12. JEDINJENJA UKUSA

Ukus kivanog povrća u velikoj je meri uslovljen prisustvom dva jedinjenja koja sadrže sumpor. Ta jedinjenja su alijum i brasika. Nalaze se povrću iz grupe kupusnjača. Osim aliuma i brasike, na profil ukusa utiču još i aldehidi, ketoni, organska jedinjenja i alkoholi.

2.12.1. Alijum

U povrće roda *Allium* spadaju vlašac, beli luk, praziluk i crni luk. Crni luk sadrži jedinjenja sumpora u velikoj količini. Kada se luk preseče, pod dejstvom enzima iz tih sumpornih jedinjenja oslobađaju se materije koje iritiraju sluzokožu oka, što se manifestuje suzenjem očiju. Slično tome, usled enzimske aktivnosti, sumporna jedinjenja u belom luku pretvaraju se u jedinjenja koja imaju prepoznatljiv miris belog luka.

Ta aromatična jedinjenja u biljkama rastvorljiva su u vodi. Zato, ako je cilj kulinarske obrade da se zadrži blag ukus jela, potrebno je da se ono dugo kuva u velikoj količini ključale vode u nepokrivenom sudu. Na taj način, sumporna jedinjenja se razgrađuju i isparavaju. S druge strane, ukoliko se želi postići intenzivan miris i ukus jela, potrebno je koristiti malo vode za termičku obradu i pokriti sud u kojem se jelo kuva. Time se postiže najmanji gubitak sumpornih jedinjenja – ona ostaju u hrani i daju joj karakterističan miris i ukus.

2.12.2. Brasica

U povrće roda *Brassica* spadaju brokoli, prokelj, kupus, karfiol, kelj, keleraba i sl. Za razliku od alijuma, ovo povrće je prirodno blagog ukusa, ali sa produženim kivanjem ukus postaje intenzivan i nepoželjan, jer dolazi do stvaranja vodonik-sulfida. Da bi se postigao optimalan ukus ovog povrća, potrebna kratka termička obrada i mala količina ključale vode.

3. ZRELOST VOĆA I POVRĆA

Postoje tri stadijuma zrelosti voća i povrća. To su:

- **biološka ili fiziološka zrelost** - biljka je sposobna za reprodukciju;
- **konzumna zrelost** - biljka se može konzumirati i
- **tehnološka zrelost** - biljka se može koristiti za preradu.

Da bi se voće i povrće koristilo u ishrani ono treba da bude u stadijumu konzumne zrelosti. Tehnološka zrelost je vreme kada povrće i voće mogu da se prerađuju. Biološka zrelost nastupa onda kada je seme sposobno za reprodukciju.

Navedeni stadijumi zrelosti se mogu podudarati, ali se i ne moraju podudarati. Tako, na primer, biološka zrelost voća nastupa pre konzumne, dok je kod povrća obratno. Za spremanje džema obično se koristi voće koje nije u potpunosti zrelo. Naime, voće je u tom periodu tehnološki zrelo, ali ne i konzumno zrelo.

Nakon branja, voće i povrće nastavlja da diše, što se manifestuje stvaranjem ugljen-dioksida, vlage i toplote. Maksimalna stopa disanja voća i povrća javlja se neposredno pre punog sazrevanja. Voće, poput jabuke, kajsije, avokada, banana, breskve, kruške, šljive i paradajza sazreva nakon berbe. S druge strane, voće, kao što su trešnja, agrumi, grožđe, dinja, ananas i jagode sazrevaju pre berbe.

Dokazi sazrevanja zapažaju se u vidu promene boje (na primer, pigmenti karotenoidi postaju vidljiviji u odnosu na hlorofil koji se razgrađuje). Dolazi i do promene ukusa usled porasta količine šećera (razlaganjem skroba do prostijih šećera - glukoze i fruktoze) i smanjenja kiselosti (usled stvaranja isparljivih organskih jedinjenja koja utiču na miris i ukus). Plod, zatim omekšava usled razlaganja pektina. U toku sazrevanja događaju se i promene koje nisu vidljive, a nastaju kao posledica enzimske i hormonske aktivnosti.

Voće i povrće u procesu sazrevanja proizvode gas etilen koji je poznat još i kao biljni hormon. Svaka vrsta voća i povrća ne sazreva istom brzinom. Na primer, pri temperaturi od 20 °C, grožđe, citrusi i jagode sporije proizvode etilen (sporije „stare“), a jabuka, avokado, šljiva, kruška, breskva i egzotično voće brže. Pri nižim temperaturama, brzina stvaranja etilena se smanjuje. Isto se događa i pri povećanju koncentracije ugljen-dioksida i sa smanjenjem koncentracije kiseonika.

U hladnjačama i transportnim kontejnerima, gas etilen koji nastaje iz voća i povrća ubrzava zrenje ploda. To se događa usled omekšavanja ćelijskog zida, a najizraženije je kod jabuke, banane, agruma, dinje i paradajza.

Danas se etilen koristi za sazrevanje plodova. Koncentracija i vreme izlaganja variraju u zavisnosti od vrste. Svojstvo etilen gasa da ubrza sazrevanja voća i povrća (onog koje nije zrelo) koristi se tako što se nezrelo voće i povrće čuva u zatvorenim kesama ispunjenim tim gasom. Banane se beru dok su zelene, a sazrevanje se odvija u specijalnim prostorijama ispunjenim etilenom.

Zrenje voća kod kuće može se pospešiti tako da što se nezrelo voće stavi u zatvorene papirne kese. Etilen koji se oslobađa iz voća zadržaće se u kesi i ubrzati sazrevanje.

4. KLASIFIKACIJA VOĆA

Pod voćem se podrazumevaju plodovi kultivisanih voćki i samoniklih dugovečnih višegodišnjih biljaka, namenjeni za ljudsku ishranu u svežem stanju. Voće spada u posebnu grupu namirnica koje se, sa pojedinim izuzecima, odlikuje malom energetsom vrednošću, visokim sadržajem vode, malom količinom proteina i masti, znatnim sadržajem ugljenih hidrata (pre svega fruktoze i celuloze), minerala i vitamina i sadržajem drugih hranjivih sastojaka, kao što su enzimi, organske kiseline, antocijanini, tanini i dr.

Zbog sadržaja materija koje imaju prevashodno zaštitnu ulogu (minerali, vitamini, celuloza, enzimi), kao i sadržaja voćnih šećera koji predstavljaju vrlo pogodne izvore energije, voće ima veliki značaj za ljudsko zdravlje.

Većini vrsta voća najviše odgovara čuvanje i skladištenje pri temperaturama od 0 do 1 °C, uz vlažnost vazduha od 85%. Previše suva atmosfera dovodi do smežuravanja plodova usled dehidracije, dok previše vlage u vazduhu pogoduje razvoju plesni.

Za razliku od svežeg voća koje se ubraja u lako kvarljive proizvode, prerađevine od voća su trajni industrijski proizvodi.

Prema klimatskim oblastima iz kojih dolazi, voće se deli na:

- južno voće (ananas, nar, papaja, mango, banana i dr.) i
- kontinentalno voće.

Međutim, ova podela nije sasvim adekvatna, jer veliki broj vrsta tropskog ili južnog voća uspeva i u predelima sa umerenom kontinentalnom klimom. Znatno preciznija je klasifikacija voća koja uzima u obzir građu i oblik ploda, biološke karakteristike i mesto uzgajanja voća. Prema tom kriterijumu, voće se deli na sledeće kategorije:

- *jabučasto voće* (jabuke, kruške, dunje, oskoruše i mušmule);
- *koštičavo voće* (šljive, breskve, kajsije, trešnje, višnje i marelice i dr.);
- *jezgrasto ili orašasto voće* (orah, lešnik, badem, kesten, pistači);
- *jagodasto-bobičasto voće* (jagoda, borovnica, malina, kupina, ribizla, grožđe, aronija, brusnica i dr.);
- *južno, egzotično ili tropsko voće* (ananas, banana, urma, smokva, maslina, kivi, avokado, mango, papaja, guava, kakao, kokos i dr.);
- *agrumi ili citrusi* (narandže, mandarine, limun, limeta i grejpfrut);
- *divlje, samoniklo ili šumsko voće* (drenjak, šipak, brusnica, kupina, malina, jagoda, oskoruša).

4.1. JABUČASTO VOĆE

Jabučasto voće je najveća i najrasprostranjenija skupina voća umerenog klimatskog pojasa i domaćeg tržišta. To su jestivi plodovi slične građe; s većim brojem sitnih semenki u plodu; srodni po poreklu, kvalitetu i upotrebnoj vrednosti. U ovoj vrsti voća dominiraju jabuke. Kruške su po značaju na drugom mestu, a dunje na trećem. Tržišni značaj ostalih vrsta jabučastog voća - oskoruša i mušmula veoma je mali.

Jabuke. Dugotrajnom selekcijom i hibridizacijom, od jabuka koje su rasle kao samonikle biljke, kod nas je izdvojeno oko 1.500 sorti plemenitih jabuka. Broj plemenitih sorti jabuka u svetu dostiže i 10.000. Sorte se međusobno razlikuju po masi (od 50-200 g), po obliku (okrugle, izdužene, kupaste), po izgledu površine (glatke i sjajne ili hrapave), po boji, strukturi i nameni i po drugim svojstvima.

Kruške su rod jabučastog voća sa velikim brojem vrsta. Široko su rasprostranjene u Evropi i Aziji. U poređenju sa jabukom, kruške su manje otporne na klimatske uslove i tlo i manje su zastupljene u proizvodnji i prometu.

Različite sorte krušaka međusobno se razlikuju po veličini ploda (od 50 g do više od 200 g), po obliku, po boji, po konzistenciji ploda i plodnog mesa (krupnozrnaste, sitnozrnaste, grube konzistencije), po ukusu i dr. Kruške su zrele za berbu i upotrebu istovremeno kad i jabuke. Dele se na jesenje i zimске. Upotrebna vrednost nekih izrazito zimskih sorti krušaka nastupa tek nekoliko meseci nakon berbe.

Dunje i mušmule se zbog visokog sadržaja pektina najčešće koriste za proizvodnju marmelada.

4.2. KOŠTIČAVO VOĆE

Koštichavo voće ima plodove u čijem centru se nalazi koštica, a okolo nje je plodno meso. Koštichavo voće uspeva uglavnom u pojasu umerene klime i sadrži dosta organskih kiselina, pektina i aromatičnih jedinjenja. S obzirom na to da ima nežnu pokožicu, koštichavo voće se najčešće upotrebljava u sezoni zrenja. Čuva se kao polupreradevina (voćne pulpe i kaše), ili se odmah prerađuje u voćne sokove, koncentrate, sirupe, džemove i marmelade. Za koštichavo voće je karakteristično to da koštica sadrži cijanogeno jedinjenje - amigdalinal koji se razlaže na glukozu i cijanovodonik.

Šljive se uzgajaju u čitavom svetu i, u zavisnosti od klime, cvetaju od januara do aprila. Zbog velike koncentracije prostog šećera (oko 63%), šljive, kada se koriste kao suve, mogu izazvati osmotsku dijareju. To svojstvo suvih šljiva može dobro da posluži osobama koje pate od konstipacije.

U našoj zemlji se proizvodi dosta šljiva, ali to su pre svega rakijske vrste. Procenjuje da se kod nas u rakiju preradi oko 2/3 ukupne proizvodnje šljive.

Breskve u zavisnosti od pokožice mogu biti nektarine (sa glatkom pokožicom) ili obične breskve (sa čupavom pokožicom). Breskve rastu i na višim predelima i mogu izdržati veoma niske temperature, čak i do -30 °C, osim kada su u periodu cvetanja.

Trešnje i višnje imaju crvenu boju zahvaljujući crvenom pigmentu - antocijaninu. Najviše trešanja i višnji proizvodi se u Turskoj. Ukrštanjem trešnje i višnje dobija se marela.

4.3. JAGODASTO-BOBIČASTO VOĆE

Jagodasto-bobičasto voće ima semenke u plodnom mesu ili na površini ploda. Rano sazreva, lako se kvari, teško se transportuje i čuva. Prema građi plodova, bobice se dele na:

- **prave bobice** - one u čijem mesu se nalaze semenke (grožđe, brusnice i borovnice);
- **složene bobice** - sastoje se od skupa bobica u jednom plodu (maline i kupine);
- **lažne bobice** - sastoje od plodova na čijoj se površini nalaze semenke (jagode).

4.4. JEZGRASTO ILI ORAŠASTO VOĆE

U jezgrasto ili orašasto voće svrstane su voćke iz različitih familija, sa čvrstom ljuskom oko jestivog jezgra (semenke). Ova kategorija voće deli se na dve grupe:

- pravo orašasto voće - orasi, bademi, lešnici i
- plodovi srodni orašastom voću - kesten i pistaći.

Orašasto voće je veoma bogato mastima i proteinima, a sadrži i dosta minerala. Od vitamina ima uglavnom vitamin E. Šećera u ovom voću skoro da nema.

Orah ima visoku hranljivu vrednost. Naime, više od polovine (od 51 do 61,5%) sastava ulja oraha čini biološki aktivna linolna kiselina. Osim toga, u proteinima oraha zastupljene su sve esencijalne aminokiseline, pa se orah s pravom naziva biljnim mesom.

Bademi se dele na slatke bademe koji se mogu jesti, i gorke bademe koji sadrže dosta otrovnog amigdalina i koriste se uglavnom u farmaceutskoj i kozmetičkoj industriji.

Pistaći se sastoje od zelenog jezgra sastavljenog od dva listića koji su obavijeni tankom ljuskom. Glavni sastojci pistaća su ulje (od 43 do 60%), proteini (od 19 do 23%) i ugljeni hidrati (od 14 do 19%). Ostali sastojci su voda (oko 5%), mineralne materije i vitamin E.

4.5. AGRUMI ILI CITRUSI

U agrume ili citruse spadaju: narandže, limun, grejpfrut, mandarine i limeti. Uspeavaju samo u krajevima gde je zima blaga i gde ima dovoljno vode. **Za razliku od drugih vrsta voća, agrumi sa sazrevanjem ne postaju slađi.**

Grejpfrut je mešavina narandže i limuna.

4.6. JUŽNO, EGZOTIČNO ILI TROPSKO VOĆE

U ovu grupu voća ubrajaju se ananas, banana, urma, smokva, maslina, kivi, avokado, mango, papaja, guava, kakao, kokos i drugo voće.

Ananas je niskokaloričan. Posедуje enzim vrlo sličan enzimu koji se nalazi u želucu čoveka, tako da direktno deluje na varenje. Koristi se u ishrani kao povrće, uz jaka jela, pogotovo uz svinjsko meso. Jede se svež ili konzerviran u vidu kompota u kriškama, kao salata i u okviru raznih poslastica. Dodaje se masnijim jelima. Pogodan je i za pripremu likera, sladoleda i kolača, a naročito za pripremu raznih egzotičnih koktela.

Avokado se lako se vari, a ukus mu je sladak i pikantan. Koristi se i kao prilog jelima - posoljen i zaliven sokom od limuna i maslinovim uljem. Jede se uvek sirov. Za razliku od većine voća, avokado sadrži puno masti i ima visoku energetska vrednost (200 kcal na 10 g).

Datula ili urma je plod palme. Osušena i sitno isečena koristi se kao aromatičan dodatak za konditorske proizvode.

Smokva je plod drveta smokve. Bogata je fruktozom koja u osušenoj smokvi izbija na površinu u vidu belog praha.

U južna i egzotična voća spada i kaki ili japanska jabuka. To je okrugla, slatka, žuta voćka sa visokim sadržajem fitohemikalija.

5. PROIZVODI OD VOĆA

Konzervisanje voća i voćnih proizvoda obavlja se najčešće liofilizacijom, pasterizacijom, hlađenjem i zamrzavanjem.

Prema načinu obrade, proizvodi od voća se dele na poluproizvode i gotove proizvode.

5.1. POLUPRERAĐENI PROIZVODI OD VOĆA

U toku sezone, voće može delimično da se preradi i konzerviše i da se kasnije koristi kao sirovina za proizvodnju trajnijih proizvoda. Na taj način obezbeđuje se dodatno vreme prerade, a time i potpunije iskorišćavanje voća. Poluproizvodi se mogu konzervisati korišćenjem hemijskih konzervanasa, zagrevanjem i hlađenjem. Poluproizvodi od voća su:

- voćna pulpa;
- matični sok;
- voćna kaša i
- fermentisani voćni sokovi.

Voćne pulpe su proizvodi dobijeni iz jestivog dela voća iste vrste, bez izdvajanja soka. To su celi ili isečeni plodovi koji se kao poluprerađevine koriste skoro isključivo za dalju preradu - proizvodnju marmelada, džemova, kompota, sirupa i dr. Konzervisanje voćnih pulpi obavlja se sumpornim jedinjenjima ili mravljom kiselinom. Sumpornim jedinjenjima konzervišu se jabuke, šljive, breskve, kajsije, trešnje i višnje, a mravljom kiselinom višnje, maline i kupine. Konzervisanje omogućava da se proizvodnja gotovih proizvoda od voća odvija tokom cele godine, a ne samo za vreme sezone. Voćna pulpa se u praksi najviše proizvodi od koštičavog voća i jagoda.

Matični voćni sok je proizvod dobijen ceđenjem zdravog tehnološki zrelog voća. On nije fermentisan, ali je sposoban za fermentaciju. Može biti bistar i mutan. Pod sirovim voćnim sokom u praksi se obično podrazumeva hemijski konzervisan poluprerađeni sok, a pod matičnim sokom pasterizovani poluprerađeni sok. Sirovi voćni sok se najčešće proizvodi od voća bogatog antocijaninima, dok se matični sok proizvodi uglavnom od jabučastog, sitnog koštunjavog, jagodičastog i šumskog voća.

Voćna kaša je proizvod dobijen preradom jestivog dela celog ploda, oljuštenog ili neoljuštenog, bez izdvajanja soka. Kao i matični voćni sok, voćna kaša nije fermentisala, ali može da fermentiše. Za konzervisanje voćne kaše koriste se sumporna jedinjenja.

5.2. GOTOVI PROIZVODI OD VOĆA

U grupu gotovih proizvoda ubrajaju se proizvodi od voća koji se mogu direktno konzumirati. Mogu biti sa relativno niskim sadržajem suve materije (kompoti i voćne salate) i sa visokim sadržajem suve materije (džem, marmelada, voćni žele, slatko, voćni sokovi i koncentrisani sokovi, voćni sirupi i sušeno voće).

Gotovi proizvoda od voća su:

- sušeno voće;
- želirani proizvodi (džem, marmelada, pekmez, voćni žele);
- sokovi od voća;
- zamrznuto voće i
- ostali proizvodi od voća.

Sušeno voće je proizvod dobijen sušenjem celih plodova ili delova plodova svežeg i tehnološki zrelog voća. Stepenn isušenosti treba da bude takav da voće postane podesno za duže čuvanje. Najčešće se suše smokve, šljive, grožđe, kajsije i urme.

Jedan od specifičnih postupaka sušenja je liofilizacija. Ona se izvodi tako što se u komori za sušenje zamrznuti plodovi tretiraju vakuumom, pri čemu led direktno prelazi u paru. Na taj način, zamrznuta višnja, na primer, tokom 24 časa postepeno dehidrira - ukloni se čak 95% vode, a da pri tome ne dođe do promene oblika. Liofilizirana višnja koristi se u konditorskoj i pekarskoj industriji, dodaje se musliju i sl.

U grupu **želiranih** proizvoda ubrajaju se marmelada, džem, pekmez i žele. Ovu grupu proizvoda karakteriše pihtijasta konzistencija koja se postiže dodavanjem pektina. U tehnološkom smislu, povoljnije je da i sama sirovina ima veću količinu pektina kako bi želiranje bilo što uspešnije. Ove proizvode karakteriše kiselost od oko pH 3, kao i visok sadržaj šećera (iznad 50%).

Džem je proizvod dobijen ukuvavanjem svežih, zamrznutih ili polupreradenih celih plodova voća ili delova plodova voća ujednačene tehnološke zrelosti, sa dodatkom šećera ili šećernog sirupa i bez izdvajanja tečnog dela. Kraće se kuva, mazivije je konzistencije i ima više vode. Džem se po pravilu proizvodi samo od jedne vrste voća.

Marmelada je proizvod dobijen ukuvavanjem svežih ili polupreradenih pasiranih plodova voća (kaše) sa dodatkom šećera ili šećernog sirupa. Može biti od jedne ili više vrsta voća („mešana marmelada“). „Fine“ marmelade se po pravilu prave od jedne vrste voća.

Pekmez je proizvod sličan je marmeladi. Dobija se ukuvavanjem pasiranog ili nepasiranog voća, bez dodatka šećera, ili sa dodatkom do 20% šećera u odnosu na voćnu masu. Kuva se duže nego džem i marmelade i ima manje vode (gušći je). Gušća konzistencija upravo se postiže dužim kuvanjem, bez dodavanja sredstva za želiranje. Naziv pekmez se uglavnom odnosi na pekmez dobijen od šljive „požegače“. Ona ima odličan odnos šećera i pektina, tako da joj za proizvodnju pekmeza nije potrebno ništa dodavati.

Voćni žele je želirani proizvod dobijen ukuvavanjem sveže iscedenog ili polupreradenog voćnog soka sa dodatkom šećera.

Voćni koncentрати, želei, džemovi i sirupi otporni su na kvarenje. Zaslужna za to je smanjena a_w vrednost koja je postignuta dodavanjem određene količine šećera i zagrevanjem proizvoda pri temperaturi od 60 do 80 °C.

Slatko je proizvod dobijen ukuvavanjem celih plodova ili delova plodova svežeg voća u gustom šećernom sirupu. Odnos šećera i voća obično je jedan prema jedan.

Kandirano (ušćereno) voće je proizvod dobijen natapanjem celih plodova ili delova plodova gustim šećernim sirupom. Kandiranje voća u suštini predstavlja konzervisanje voća visokim sadržajem šećera. Odnos voća i šećera u sirupu je jedan prema jedan.

Kompot se dobija prelivanjem pripremljenih celih ili sečenih plodova voća šećernim sirupom, uz konzervisanje temperaturom pasterizacije u hermetički zatvorenoj ambalaži.

Voćna salata je proizveden od mešavine sitno sečenih komada voća (breskva, kruška, ananas i sl.) i plodova (bobica) sitnog voća (trešnja, grožđe i sl.).

Zamrznuto voće je proizvod dobijen zamrzavanjem svežih posebno pripremljenih plodova voća ili delova voća pri temperaturi od -30 °C ili nižoj, pri čemu temperatura u središtu proizvoda minimum mora da bude -15 °C ili niža. Najviše se zamrzava jagodičasto i koštičavo voće. Zamrzavanje se obavlja brzo, u tunelima, pomoću hladne vazdušne struje. Radi sprečavanja promene boje i arome voća, pri zamrzavanju se često dodaje i suvi kristalni šećer. Zamrznuto voće skladišti se pri temperaturi od -18 °C, a čuva oko dve godine. Zamrznuta kaša od voća dobija se pasiranjem i zamrzavanjem posebno pripremljenih plodova svežeg voća. Odmrznuto voće i kaša od voća ne smeju se ponovo zamrzavati.

5.3. VOĆNI SOKOVI

Prema Pravilniku o voćnim sokovima i određenim srodnim proizvodima namenjenim za ljudsku upotrebu, sokovi od voća stavljaju se u promet pod sledećim nazivima:

- voćni sok;
- koncentrisani voćni sok;
- voćni sok u prahu (dehidrisani voćni sok) i
- voćni nektar.

Voćni sok je proizvod dobijen mehaničkom preradom jedne ili više vrsta tehnološki zrelog, svežeg, ohlađenog ili zamrznutog voća. To je proizvod koji nije fermentisao, ali može da fermentiše, koji je konzervisan isključivo fizičkim postupcima, i u koji se ne dodaje niti voda, niti šećer.

Koncentrisani voćni sok dobija se koncentrisanjem mutnog ili bistrog matičnog voćnog soka ili voćne kaše, ali bez dodavanja šećera ili šećernog sirupa. Upotrebljava se kao poluprerađevina za prehrambenu industriju, za proizvodnju voćnih sokova, bezalkoholnih pića i sirupa. Proizvodi se kao bistar, mutan i kašast. Sok od koncentrisanog voćnog soka je vrsta voćnog soka koji se dobija tako što se koncentrisanom voćnom soku ponovo doda ona količina vode koja je izdvojena prilikom koncentrisanja (rekonstituisanje).

Voćni sok u prahu je proizvod koji se dobija od voćnog soka jedne ili više vrsta voća, fizičkim izdvajanjem gotovo celokupnog sadržaja vode i koji je konzervisan isključivo fizičkim postupcima.

Voćni nektar je proizvod koji se dobija tako što se u voćni sok, koncentrisani voćni sok, voćni sok u prahu ili u voćnu kašu doda voda i šećer i/ili med. Šećer i/ili med mogu da čine do 20% od ukupne mase gotovog proizvoda – voćnog nektara. Definisane su i minimalne količine (minimalni procenat) voćnog soka i/ili kaše svakog voća u ukupnoj masi gotovog proizvoda.

Dodavanje vode i šećera pri proizvodnji voćnog nektara upravo je ono po čemu se ovaj proizvod razlikuje od voćnog soka koji se pravi isključivo (100 odsto) od voća.

Prema tehnološkom postupku, fizičkim karakteristikama i hemijskom sastavu, razlikuju se **bistri, mutni, kašasti i koncentrisani sokovi**. U zavisnosti od sadržaja nerastvorljivih sastojaka voća, voćni sok, koncentrisani voćni sok i voćni nektar mogu da budu bistri, mutni i kašasti. Svaki od navedenih vrsta sokova podrazumeva poseban postupak proizvodnje.

Proizvodnja voćnih sokova obuhvata niz operacija. Nakon izbora, branja i prijeme voća, sledi priprema sirovine (pranje, inspekcija, sitnjenje, primarni termički tretman, depektinizacija), zatim presovanje (ceđenje) ili pasiranje (kod kašastih sokova), termička obrade matičnog soka, bistrenje (depektinizacija, taloženje, filtracija), korekcija, deareacija i pasterizacija, i na kraju punjenje ambalaže i skladištenje gotovog proizvoda.

Pri izboru sirovine za sok, neophodno je obratiti pažnju na to da plodovi budu zreli. Nezreli plodovi ne daju dovoljno soka, kao ni prezreli kod kojih je otežano presovanje i centrifugiranje zbog velike količine taloga. Nezreli plodovi imaju manje šećera, a više skroba, dok prezreli plodovi nemaju dovoljno vitamina C i drugih hranljivih sastojaka. Pri izboru sirovine namenjene proizvodnji bistrog soka, važno je voditi računa i o tome da to budu vrste i sorte koje imaju dobar prinos kada je reč o izdvojenom tečnom delu.

Za proizvodnju bistrog soka bira se voće koje sadrži pigmente rastvorljive u vodi, a to je uglavnom voće bogato antocijaninima i ostalim flavonoidima (borovnica, ribizla). Pigmenti rastvorljivi u vodi omogućavaju da se dobije sok koji i nakon bistrenja i filtriranja ima intenzivnu izvornu boju. Bistrim sokom se naziva sok koji je kristalno bistar i bez stvorenog taloga. To se postiže bistrenjem i filtriranjem čija je namena da se iz soka u potpunosti uklonili svi sastojci koji ga čine mutnim. Najpogodnije vrste voća za proizvodnju bistrog soka su grožđe, jabuka, dunja, borovnica, crna ribizla, kupina i šipurak, mada se bistar sok može dobiti i od arguma i drugih vrsta voća. Jedino od kajsije i pomorandže nije moguće praviti bistar sok, budući da kajsija i pomorandža u svom sastavu sadrže karotenoide - biljne pigmente koji nisu rastvorljivi u vodi. Od njih (kajsije i pomorandže) se proizvode samo mutni i kašasti sokovi. Inače, za razliku od bistrih sokova, mutni i kašasti sokovi mogu se praviti od svih vrsta voća.

Mutni sokovi su oni koji sadrže fino raspršene koloidne čestice ćelija i tkiva biljki. Kašasti sokovi sadrže i nerastvorljive čestice voćnog tkiva koje se delimično talože. Proizvode se uglavnom od voćne kaše ili zamrznutog voća (retko od svežeg). Taloženje čestica kod mutnih sokova nije dozvoljeno. Mutni sokovi se mogu praviti od svih vrsta voća koje sadrže rastvorljive pigmente. Najkvalitetniji mutni sokovi se proizvode od pomorandže, limuna i grejpfruta, mada su po kvalitetu dobri i oni od višnje, jabuke, borovnice i ribizle.

Mutni sokovi su veoma slični bistrim sokovima. Osnovna razlika je u tome što bistri voćni sokovi nastaju procesom bistrenja iscedenih voćnih sokova koji sadrže biljne ostatke nerastvorljive u vodi.

Kašasti sokovi su sokovi u kojima se pored tečnog dela ćelijskog soka nalaze i fino homogenizovano tkivo jestivog dela ploda. Za njihovu proizvodnju mogu se koristiti sve vrste voća, ali su najpogodnije one vrste koje sadrže nerastvorljive pigmente (kajsija, breskva i paradajz). Pored nerastvorljivih pigmenata, za kvalitet kašastih sokova posebno je važna i količina pektina.

Voćni sirup je proizvod sirupaste konzistencije dobijen po odgovarajućem postupku od matičnog voćnog soka ili koncentrisanog voćnog soka, sa dodatkom šećera ili šećernih sirupa. Karakteriše ga visok sadržaj suve materije.

Gazirani sokovi dobijaju se kada se, radi postizanja osvežavajućih svojstava, voćnom soku doda ugljen-dioksid. Za proizvodnju gaziranih sokova obično koristi voće koje ne sadrži dovoljnu količinu kiselina i čiji ukus nije karakterističan. To su najčešće jabuke i grožđe.

Sokovi su kiseli i sadrže veliku količinu šećera. Njihovo kvarenje uglavnom izazivaju kvasci. Najčešći uzrok kvarenja sirovih voćnih sokova na sobnoj temperaturi je alkoholna fermentacija.

U grupu mešani proizvodi od voća i povrća spadaju proizvodi koji od ukupno upotrebljene mase voća, odnosno povrća sadrže najmanje 60% voća, odnosno 40% povrća. Mešani proizvodi od voća i povrća mogu se proizvoditi od svežeg, zamrznutog, sterilisanog i sušenog voća i povrća.

6. KLASIFIKACIJA POVRĆA

Pod povrćem se podrazumevaju plodovi i drugi jestivi delovi povrtarskih biljaka (listovi, glavice, lukovice, krtole, korenje, mahune, stablo, seme), bez obzira na to gde se i na koji način uzgajaju (otvoreno polje, vrtovi, njive, zaštićeni prostor). Povrće se za ljudsku ishranu koristi u svežem stanju ili posle kulinarske pripreme.

Povrće ima veoma široku primenu u ljudskoj ishrani širom sveta, a posebno mesto zauzima u ishrani vegetarijanaca. Najveći deo svežeg povrća čini voda (70-98%). Preostali deo sadržaja povrća čine biljna vlakna (nesvarljivi ugljeni hidrati – celuloza, hemiceluloza, pektin, lignin), svarljivi ugljeni hidrati (skrob), vitamini (najviše vitamina C i B, vitamini A i E) i minerali. Sadržaj proteina u povrću je mali i to su najčešće nekompletni proteini, tj. proteini koji nemaju sve neophodne (esencijalne) aminokiseline. Sadržaj masti je skoro zanemarljiv. Prijatan ukus i miris povrća potiče od kiselina, etarskih ulja i aromatičnih materija. Povrće je i dobar izvor fitohemikalija od kojih neke mogu imati povoljan uticaj na ljudsko zdravlje. Svarljivost povrća zavisi od sadržaja biljnih vlakana, a povećava se termičkom obradom. U vezi s tim, potrebno je naglasiti da svaka termička obrada smanjuje hranljivu vrednost povrća. Zato nije preporučljivo da se ono izlaže dugotrajnoj termičkoj obradi.

Pojedine vrste povrća sadrže i neka hemijska jedinjenja koja su štetna po ljudsko zdravlje. To su, na primer, inhibitori dejstva crevnih enzima (sprečavaju varenje), cijanogena jedinjenja (cijan-vodonik koji je izuzetno otrovan), oksalna kiselina (vezuje minerale pa se ne mogu preuzeti u crevima) i sl. Takvo povrće je neophodno termički obraditi pre konzumiranje.

Za ishranu se koriste svi jestivi delovi biljaka: *lišće* (zelena salata, blitva, spanać, kelj), *stabljika* (praziluk), *plod* (paradajz, krastavac), *koren* (šargarepa, rotkva, cvekla), *krtola i drugi podzemni izdanci* (krompir, crni i beli luk), *cvet* (brokoli, karfiol, artičoke) i *seme* (pasulj).

Prema tome koji se deo biljke koristi za ishranu, povrće se deli na:

- *plodasto povrće* (tikvice, patlidžan, paprika, paradajz, krastavac);
- *krtolasto i korenasto povrće* (krompir, šargarepa, cvekla, ren, rotkva, koren peršuna, koren paškanata, koren celera);
- *mahunasto povrće* - leguminoze (boranija, grašak, pasulj, bob, soja, kikiriki, leblebija, sočivo);
- *lukovičasto povrće* (crni i beli luk, praziluk, luk vlašac);
- *lisnato povrće* (spanać, zelje, blitva, radič, endivija, vinova loza, lišće celera, lišće peršuna);

- *cvetasto* (karfiol, artičoka, brokoli);
- *glavičasto* (zeleni salata, puter salata, kupus, kelj);
- *stabljičasto povrće* (keleraba, špargla).

6.1. PLODASTO POVRĆE

Plodasto povrće sastoji se od zaštitne kože (tvrđe ili nežnije) i unutrašnjosti koja može biti mesnata - puna jestive mase ili delimično prazna, sa većim brojem sitnih semenki. Karakteriše ga visok sadržaj vode i celuloze, mala energetska vrednost i značajne količine provitamina A, askrobinske kiseline i tiamina.

Plodasto povrće se razvrstava u dve glavne grupe:

- pomoćno plodasto povrće (paprika, patlidžan, paradajz) i
- tikve (bundeve, dinja, lubenica, tikvica).

Prema botaničkoj definiciji, **paradajz** je zapravo voće, ali se prema gastronomskoj definiciji svrstava u povrće, jer je češće deo salate nego dezerta. Paradajz sadrži likopen koji ima antioksidativno dejstvo. Karakteriše ga visok sadržaj vode (oko 94% ukupne mase). Plodovi paradajza su nežne građe (naročito u fazi pune zrelosti), što zahteva pažljivo rukovanje. Oštećenja nastala pri berbi, skladištenju, transportu i u prodaji znatno ograničavaju rok trajanja svežeg paradajza. Nezreli paradajz sadrži izvesnu količinu toksične materije (alkaloid tomatin). Ipak, ta količina je nedovoljna da izazove ozbiljne zdravstvene probleme, osim kada se unese previše paradajza.

Najvažniji proizvodi od paradajza su: obični i koncentrisani sok od paradajza, sušeni paradajz i pelat. Paradajz se koristi za pripremu gaspača, ljutog sosa, *Bloody Mary* koktela, pice i dr.

Plavi patlidžan (*eggplant, aubergine, guinea squash*) je građom, tržišnim i upotrebnim obeležjima sličan paradajzu. Plodovi patlidžana su relativno veliki (od 100 do 300 g), sjajne tamnoljubičaste ili prugaste ljubičastozelene boje, kruškolikog, jajolikog ili valjkastog oblika. Spoljašnja kožica patlidžana je jača, a plodno meso je čvršće nego kod paradajza, tako da se patlidžan manje oštećuje pri transportu. Zbog prisustva mekih jestivih semenki koje sadrže alkaloid nikotinoid, ukus mu je blago gorak. Da bi se uklonio gorak ukus, patlidžan treba posoliti, isprati i ocediti.

Paprike (*bell pepper, peperoni, capsicum*) koje po botaničkoj definiciji spadaju u voće, veoma su cenjene kao sveže povrće. Prijatnog su osvežavajućeg ili oštroljutog ukusa. Ljut ukus potiče od alkaloida kapsaicina, a paprike koje ga sadrže u manjoj meri nazivaju se slatkim (među njima su i babure). Paprike sadrže puno vitamina C, karotena i fosfora. Crvena paprika sadrži više vitamina C, provitamina A, likopena i šećera i zbog toga je slađa od zelene.

Paprike se čuvaju zamrzavanjem, isečene ili samo očišćene od semena. Radi dužeg čuvanja može se izvesti i blanširanje. Paprike se mogu marinirati ili konzervirati biološkim putem – mlečnokiselinskom fermentacijom. Za mlečnokiselinsku fermentaciju koristi se rastvor kuhinjske soli, a za mariniranje rastvor soli (1%) i sirćetne kiseline (3%). Paprika se često suši i melje. Pri mlevenju obavezno se melju i semenke, jer one sadrže ulje u kome se rastvara liposolubilni provitamin A, što mlevenoj paprici daje lepu boju. Najpoznatije vrste paprike kod nas su: babura, paradajz-paprika, duguljasta paprika i feferoni (sitna veoma ljuta paprika, najčešće zelene boje).

Krastavci su vrlo rasprostranjeno povrće. Zbog visokog sadržaja vode (oko 95% ukupne mase) koji je mnogo veći nego u mnogim napicima, energetska vrednost krastavaca je mala. U ishrani se u velikoj meri koriste marinirani mali krastavci sorte kornišon. U punoj zrelosti krastavci su žute boje i gorkog ukusa. Gorak ukus krastavaca potiče od alkaloida kukurbitracina.

Tikve. Bundeve imaju veću energetska vrednost nego tikvice, jer sadrže znatnu količinu suve materije, pre svega šećer. Dinje i lubenice karakteristične su po tome što imaju značajnu količinu šećera.

6.2. KORENASTO I KRTOLASTO POVRĆE

Zajedničko za ovu vrste povrća jeste veliki sadržaj vode, manje celuloze i dosta skroba i šećera. U krtolastom povrću nema značajnih količina vitamina i minerala.

Krompir je najvećim delom sastavljen od skroba. Sadrži oko 25% suve materije, dosta biljnih vlakana (naročito kora) i nešto vitamina C, B, E i K. U mladom krompiru koji je dugo skladišten, kao i u krompiru koji je smrztio ima veće količine šećera, što je posledica razlaganja skroba. U tom slučaju, krompir dobija neprijatan sladak ukus. Interesantan je podatak da belančevine iz krompira koje čine 1,5 do 3% njegove mase imaju dvostruko veću biološku vrednost nego proteina žita.

Krompir se mora termički obraditi, jer u svežem stanju sadrži toksične alkaloidne - solanine koji utiču na centralni nervni sistem, izazivajući slabost, konfuziju i eventualno povišenu temperaturu. Toksičan efekat nastupa ukoliko se konzumira zeleni krompir ili pije čaj od krompirovog lišća. Koncentracija otrovnih materija koje štite biljku od predatora veća je u listovima i stabljikama nego u krtoli, ali se u krtoli povećava sa starenjem. Najveća količina otrovnog alkaloida nalazi se ispod ljuske. Ipak, ljuštenjem krompira odstrani se tek jedna trećina ukupnog sadržaja ovog alkaloida. U proklijalom krompiru njegova količina se značajno povećava. Zbog toga proklijali krompir nije poželjno konzumirati.

Za proizvodnju pirea, krompirovog brašna i sličnih proizvoda, veličina krompira nije bitna, dok za proizvodnju pomfrita, plodovi moraju imati najmanje 5 cm i biti jednake veličine i iste sorte.

Izbor krompira za kuvanje zavisi od njegovog izgleda i svojstava. Krompir glatke ljuske obično se kuvanjem ne raskuvava, dobro se seče i pogodan je za salate i jela za koja je čvrstina pločica ili kockica važna. Krompir debele i hrapave ljuske ima više skroba i prilikom kuvanja se razmekšava, tako da je pogodan je za pripremu pirea, testenine sa krompirom i sl.

Mladi krompir je nežno bele do ružičaste boje, presvučen je tankom kožicom koja se lako skida. Stavlja se u prodaju tokom proleća i leta. Pošto nije potpuno sazreo, on je manje hranljiv i teže se čuva, ali je specifičnog ukusa, što mu daje prednost u određenim situacijama. Od mladog krompira ne treba praviti pire.

Kuvanje krompira treba izvoditi u umereno vrućoj vodi. Pripremu pirea je poželjno izvoditi uz dodatak vrućeg mleka ili maslaca, jer od hladnog mleka i/ili maslaca pire može dobiti sivu boju.

Batat (*Ipomaea batatas*) je vrsta slatkog krompira koji u suštini nije pravi krompir već pripada posebnoj vrsti, odnosno drugoj biljnoj porodici. Poznat je još pod imenom patat, zemljana jabuka ili sladak krompir. Iako je u pogledu hemijskog sastava sličan krompiru, ipak ima dosta drugačiji ukus.

Crveni krompir koristi se uglavnom za pripremu hrskavih krompirića prženih na ulju ili zapečenih u rerni. Beli krompir sadrži veći sadržaj vode pa ga je bolje koristiti za kuvanje, pripremu salata, pirea ili ga peći u ljusci jer će zadržati mnogo više hranljivih sastojaka.

Peršun. Postoje dve vrste peršuna - peršun sa razvijenijim korenom (peršun korenjak) i peršun sa razvijenijim lišćem (peršun lišćar ili Francuski peršun). Pretpostavlja se da su nosioci blagotvornog dejstva peršuna miristicin i apiol - sastojci eteričnog ulja peršuna. Peršun se zato koristi kao dopunska terapija za lečenje jetre. Deluje povoljno na cirkulaciju i varenje. Međutim, pretpostavlja se da ova dva sastojka deluju narkotično i da mogu da izazovu oštećenje jetre ako se pretera sa unosom. Za razliku od korena koji treba da se skuva, peršunov list se konzumira svež i ne treba ga sušiti, jer se time uništavaju vitamini. Ako peršunovo lišće treba očuvati nekoliko dana, najbolje ga je poprskati vodom, staviti u polietilensku kesicu i držati u frižideru.

Šargarepa je važan izvor provitamina A. Očišćena šargarepa ne treba da stoji u vodi. Treba je držati van vode, pokrivenu vlažnom krpom najviše do tri sata. Hranljiva vrednost šargarepe je veoma visoka, pre svega zbog niskog sadržaja energije i visokog sadržaja karotenoida koji predstavljaju oblik vitamina A. Iako je uobičajena boja šargarepe narandžasta, postoje i primerci ljubičaste, crvene i žute boje. Termička obrada šargarepe uz upotrebu ulja povećava korišćenje vitamina A, jer je liposolubilna - rastvara u ulju. Preteran unos šargarepe, isto kao i preteran unos preparata beta-karotena, dovodi do stvaranja karotenoze - bezopasne narandžaste prebojenosti kože i sluznice.

Paštrnak je poznat po svom slatkastom ukusu i prijatnoj aromi.

Celer se u kulinarsvu koristi u obliku salate ili kao začim.

Ren. Jestivi deo rena je podzemeno stablo. Sadrži eterična ulja i glukozid - sinigrin koji ima baktericidna svojstva.

Rotkva i rotkvice sadrže eterična ulja i materije koje imaju baktericidna svojstva. Koriste se kao salate i materije koje imaju baktericidna svojstva.

Cvekla je dvogodišnja biljka koja sadrži veću količinu saharoze.

Neke vrste korenastog povrća treba nakon čišćenja prskati sirćetom ili limunom kako ne bi potamnelo (celer, na primer). Prilikom termičke obrade svake vrste povrća, poželjno je koristiti što manju posudu, i to poklopljenu, kako bi se što manje vitamina gubilo u kontaktu sa vazduhom i velikom količinom vode.

6.3. MAHUNASTO POVRĆE - LEGUMINOZE

Mahunarke ili leguminoze su mahunasti plodovi nepotpunog stadijuma biološke zrelosti. U mahunarke spadaju: **boranija, pasulj, grašak, soja, kikiriki, sočivo, alfaalfa i bob, bamija** i dr. Karakteristične su po mahunama ispunjenim semenkama zrnastog oblika koje su smeštene u dve polovine zelene opne. Nakon sušenja, zeleni deo mahune otpada i ostaje zrnevlje.

Neki od veoma hranljivih plodova mahunarki mogu se jesti sirovi, a njihovo osušeno zrnevlje (grašak, pasulj, bob, sočivo, soja) kuva se i koristi za jelo tokom cele godine. Jedina mahunarka čije seme može da se konzumira neposredno nakon sušenja je kikiriki. Ostale moraju da prođu termičku obradu. Za razliku od ostalih vrsta povrća, mahunarke imaju relativno visok sadržaj belančevina, ali i značajne količine skroba. Veoma vrednim ih čini to što sadrže neke esencijalne aminokiseline. U tom pogledu, proteini mahunarki mogu se porediti sa proteinima jaja, mleka, mlečnih proizvoda i mesa. Ishrana vegetarijanaca može i treba da sadrži dosta mahunarki, upravo radi unosa dovoljno proteina. Udeo belančevina kod većine mahunarki je od 23 do 36%, udeo ugljenih hidrata do 55%, a masnoće od 1,3 do 1,8%. Karakteristika mahunarki je i visok procenat biljnih vlakana, kao i povoljan odnos vitamina (naročito vitamina B) i minerala.

Mahunarke se dobro kombinuju sa žitima, jer sadrže velike količine amino-kiseline lizin koja nedostaje žitima, a siromašne su metioninom, triptofanom i cisteinom.

Pasulj je od davnina, a i danas je važan izvor proteina. Ipak, neke vrste svežeg pasulja, pre svega crveni pasulj, sadrže opasan toksin koji mora biti otklonjen kuvanjem. Preporučuje se viša temperatura termičke obrade, jer nedovoljno termički obrađen crveni pasulj može da sadrži čak i više otrova nego svež.

Sočivo se, zajedno s pasuljem, graškom, bobom i slanutkom, ubraja u grupu zrnastih mahunarki. Kod nas se najčešće kuva smeđe sočivo, a može se naći i zeleno, narandžasto i crno. Sočivo se može pripremati isti dan kada se jelo i posluhuje. Naime, za razliku od ostalih mahunarki, sočivo nije potrebno potapati dan ranije pre kuvanja. Da bi bilo lakše probavljivo, ne stavlja se u hladnu već u provrelu vodu. Kuva se od 25 do 45 minuta, u zavisnosti od namene. .

Grašak je najčešće zelene boje, ali može biti i žut ili ljubičast. Kao i druge mahunarke, grašak sadrži dosta gvožđa, ali se ono iz graška ne preuzima u istoj meri kao gvožđe iz namirnica životinjskog porekla. Grašak se najčešće prerađuje do sterilisanog ili zamrznutog. Režim blanširanja je 85- 90 °C, tokom 3 do 5 minuta.

Ako je grašak namenjen za zamrzavanje, potreban je oštrij režim blanširanja, budući da se zamrzavanjem koje je anabiotički postupak konzervisanja uništi samo mali procenat mikroorganizama, pa je neophodno sirovinu što bolje pripremiti. U slučaju proizvodnje sterilisanog graška, može se primeniti blaži režim, jer nakon blanširanja grašak ide na još oštrij termički tretman - sterilizaciju.

Soja obezbeđuje istu količinu proteina kao i meso, ali bez zasićenih masti i holesterola. Dve najčešće pominjane vrste soje su soja-povrće i uljasta soja. Soja povrće ima blaži ukus, veći sadržaj proteina i veća zrna i služi za dobijanje sojinog mleka i tofu (sojinog sira), dok se uljasta soja više koristi za dobijanje sojinog ulja.

Bob je jedno od najstarijih povrća koje je čovek uzgajao. Zrelo zrno boba je belančevinasta hrana koja ima visoku energetska vrednost, mada nižu od zrna pasulja. Karakteriše ga i visok sadržaj mineralnih materija, pre svega fosfora, i visok sadržaj vitamina grupe B.

6.4. LUKOVIČASTO POVRĆE

Lukovičasto povrće spada u rod višegodišnjih biljaka iz porodice ljiljana, sa podzemnom stabljikom u obliku lukovice. Lukovice obuhvataju crni, beli i mladi luk, luk vlašac, praziluk i dr. Za lukovičasto povrće karakterističan je veoma oštar miris i ukus koji potiču od eteričnih ulja i glikozida. Svojim specifičnim mirisom i ukusom, lukovičasto povrće izaziva lučenje želudačnih sokova i utiče na apetit.

Crni luk može biti žute, crvene i bele boje. Hranljiviji je dok je mlad. Kada se raseče, iz ćelija njegovog tkiva oslobađaju se enzimi koji utiču na stvaranje organskih kiselina. Pod dejstvom drugog enzima, organske kiseline prelaze u lako isparljivi gas koji iritira sluznicu oka. Iritacija oka može biti izbegnuta ako se luk ljušti i seče u vodi ili pod mlazom tekuće vode.

Beli luk je (za razliku od crnog) jednogodišnja biljka. Glavica belog luka je složena. Sastoji se od nekoliko češnjeva, mada postoje i vrste koje imaju samo jedan češanj. Jesenji beli luk ima veće glavice i češnjeve, ali je manje aromatičan i nepogodan je za duže čuvanje. Osim glavice, i drugi delovi belog luka (lišće i cvet) su jestivi i koriste se dok luk nije potpuno sazreo. Veći unos belog luka praćen je pojavom neprijatnog zadaha i specifičnog mirisa znoja. Za to su „zaslužni“ alil sulfidi koji nastaju nakon kidanja tkiva belog luka prilikom žvakanja i gnječenja. Tokom termičke obrade, alil sulfidi se ne oslobađaju već dolazi do njihovog razlaganja.

Neprijatan zadah se može smanjiti ako se istovremeno sa belim lukom unosi mleko. Sličan privremeni efekat postiže se i sa peršunom. Međutim, budući da se sulfidna jedinjenja oslobađaju preko pluća tokom nekoliko sati od unosa belog luka, uzimanje mleka i peršuna samo privremeno maskira zadah belog luka. Najviše sulfidnih materija od kojih potiče neprijatan miris ima u mladom belom luku i u središnjem zelenom delu češnja. Osim što se koristi svež u ishrani, beli luk se koristi i za izradu praha belog luka, sirćeta belog luka, čipsa od krompira, hleba od belog luka i soli od belog luka.

Ostale vrste luka su: **praziluk** od kojeg se koristi deo koji raste iznad zemlje, **mladi luk** i **vlašac** koji raste i kao samonikla biljka nežnih bokora.

6.5. LISNATO, CVETASTO I GLAVIČASTO POVRĆE

Lisnato, cvetasto i glavičasto povrće obuhvata tri srodne grupe povrća - lisnato (spanać, zelje, blitva, radič, endivija, vinova loza, lišće celera, lišće peršuna), cvetasto (karfiol, artičoka, brokoli) i glavičasto povrće (zeleni salata, puter salata, kupus, kelj). Neke vrste ovog povrća mogu da se jedu i sveže i termički obrađene (kupus); neke samo sveže (zeleni salata), a neke samo nakon termičke obrade (kelj).

Karakteristike lisnatog, cvetastog i glavičastog povrća su: visok sadržaj vode i celuloze; značajna količina gvožđa i vitamina B grupe, i značajna količina askorbinske kiseline u sirovom lišću.

Povrće iz grupe kupusa su: kupus, kelj, karfiol i keleraba. Za ovo povrće se može reći da ima punu biološku vrednost, jer osim belančevina čiji se udeo kreće od 6 do 7%, sadrže i velike količine vitamina i minerala. Najbolji aminokiselinski sastav je u kelju.

Kupus se koristi kao svež i kao fermentisan. Izdašan je izvor beta-karotena (provitamin A), vitamina C, K, B6, B9 i biljnih vlakana. Crveni kupus je izvor antocijanina koji imaju pozitivno dejstvo na zdravlje ljudi.

Prokelj ima više hranljivih materija nego kupus, keleraba i kelj. Značajnu hranljivu vrednost ima i spanać. Nažalost, minerali iz spanaća ne mogu u potpunosti da se iskoriste, jer spanać sadrži oksalnu kiselinu koja vezuje kalcijum i gvožđe i sprečava njihovo preuzimanje u crevima. Karfiol se takođe odlikuje visokom hranljivom vrednošću, ali se ne preporučuje osobama koje pate od bolesti gastrointestinalnog sistema, zato što ima dosta dijetetskih vlakana pa je težak za varenje. Cvet karfiola treba da bude bele boje. Žuta i zelenkasta boja odlike su nekvalitetnog karfiola. Osim cveta, i listovi karfiola su veoma hranljivi i mogu se koristiti za pripremu hrane.

7. PROIZVODI OD POVRĆA

Povrće je sezonskog karaktera i lako se može pokvariti. Rok trajanja može mu se produžiti različitim načinima konzervisanja. Različitim vrstama povrća odgovaraju različiti postupci konzervisanja. Kupus je, na primer, pogodan za biološko konzervisanje i sušenje, ali ne i za zamrzavanje.

Preradom i konzervisanjem povrća dobijaju se: sterilisano povrće, zamrznuto povrće, pasterizovano povrće, marinirano povrće (povrće u sirćetu), biološki konzervisano povrće, sok od povrća, koncentrisani sok od povrća, sušeno povrće, umak od povrća i ostali proizvodi od povrća.

Sterilisano povrće je proizvod konzervisan postupkom termičke sterilizacije plodova povrća ili njihovih delova, pri temperaturi od 118 do 127 °C, u hermetički zatvorenoj ambalaži. Sterilizacija predstavlja jedan od često korišćenih postupaka konzervisanja povrća. Dva su glavna razloga za to. Prvo, u poređenju s voćem, povrće češće dolazi u kontakt sa zemljom i obično sadrži više mikroorganizama. Drugo, povrće sadrži manje kiseline nego voće, tako da predstavlja povoljniji sredinu za razvoj mikroorganizama.

Pojedino povrće se konzervira pasterizacijom, uz dodavanje kiselina, ili primenom bioloških metoda konzervisanja - fermentacijom. Međutim, postoji i povrće koje nije pogodno da se konzumira kao kiselo. Ono mora da se konzervira tako da zadrži svoja karakteristična svojstva prirodnog sastava. Pravilo je da svo povrće koje se ne koristi kao kiselo, već kao jelo koje treba da zadrži osnovne karakteristike, mora biti sterilisano. U takvo povrće spadaju: grašak, boranija, spanać, kukuruz, šargarepa i druge. Održivost sterilisanog povrća je oko dve godine.

Zamrznuto povrće je proizvod dobijen od posebno pripremljenih svežih plodova ili delova plodova povrća, konzervisanih zamrzavanjem. Temperatura zamrzavanja mora biti -35 °C ili niža, tako da se u središtu proizvoda, odnosno u sredini jedinice pakovanja obrazuje temperatura od -15 °C ili niža. Zamrznuto povrće čuva se pri temperaturi od -18 °C ili nižoj. Za zamrzavanje su pogodne sledeće vrste povrća: grašak, boranija, špargala, cvekla, karfiol, keleraba, celer, spanać, paradajz, pire krompir, šargarepa, dinje.

Pre zamrzavanja obavezno je pranje povrća, zato što ono uglavnom raste na zemlji i obično sadrži veliku količinu nečistoća. Blanširanjem povrća pre samog zamrzavanja postiže se bolji kvalitet zamrznutog povrća. Zamrzava se u rinfuzi (bez dodataka) i tek naknadno pakuje. Prilikom pakovanja vodi se računa da u samom pakovanju bude što manje praznog prostora, kako bi se izbegli oksidativni procesi. Zbog toga je dozvoljeno dodavati limunsku ili askrobinsku kiselinu.

Blanširanje je kratkotrajna termička obrada povrća u vreloj vodi ili pari (temperatura 88-99 °C). To je veoma važno jer se na taj način usporava ili zaustavlja aktivnost enzima. Enzimi su važni za rast i zrenje povrća. Međutim, ako se aktivnost enzima ne zaustavi pre zamrzavanja, povrće gubi boju i ukus i postaje tvrđe u roku od nekoliko nedelja od zamrzavanja. Vreme blanširanja je različito za različite vrste povrća. Ono treba da traje upravo onoliko koliko je potrebno da se enzimi inaktiviraju.

Odmrznuto povrće treba da sadrži svoje prvobitne glavne sastojke i svojstva. Jednom odmrznuto povrće ne sme se ponovo zamrzavati.

Sušeno povrće dobija se postupkom sušenja pri temperaturi od 60 do 70 °C. Suše se luk (crni i beli), paprika, krompir, šargarepa, boranija, karfiol, celer, peršun, paradajz, pečurke, ren itd. Imajući u vidu aktivnost vode u sušenom povrću, veoma je važno da se ono skladišti u uslovima niske vlažnosti vazduha.

Marinirano povrće (povrće u sirćetu) je proizvod dobijen konzervisanjem sirćetnom kiselinom svežih plodova ili delova svežih plodova povrća ili biološki konzerviranog povrća. Najpogodnije povrće za mariniranje su krastavci, paprike i cvekla.

Biološki konzervisano povrće je proizvod koji se dobija konzervisanjem povrća biološkim putem - mlečnom fermentacijom. Mlečna kiselina nastaje fermentacijom ugljenih hidrata iz plodova ili delova povrća koje se konzervira i deluje kao konzervans. U slučaju kada se dodaje mala količina sirćetne kiseline, obavezno je da se proizvod i pasterizuje. Biološkom konzervacijom najčešće se konzerviraju krastavci, kupus, paprike, cvekla i masline.

Sok od povrća je proizvod koji se dobija preradom svežeg ili zamrznutog povrća, doradom kaše od povrća ili bistrog matičnog soka od povrća, kao i razređivanjem koncentrisanog soka od povrća koji je prethodno konzervisan fizičkim postupkom. Prema sadržaju nerastvorljivih sastojaka povrća, sok od povrća može biti: bistar, mutan ili kašast. Najpoznatiji kašasti sok od povrća je sok od paradajza.

Umak od povrća je proizvod kašaste do guste konzistencije dobijen po odgovarajućem postupku od pasiranih delova plodova tehnološki zrelog povrća, sa dodatkom začina, sirćeta, šećera i skrobnog sirupa. Pri proizvodnji umaka od povrća, mogu se upotrebiti i masti i ulja biljnog ili životinjskog porekla, kao i mesni ekstrakt ili bujon.

Značajniji **proizvodi od paradajza** su: koncentrat (pasta i pire), konzervisani celi plodovi (pelati), paradajz sok, paradajz supa, kečap i paradajz sos.

Koncentrat od paradajza dobija se ukuvavanjem soka dobijenog pasiranjem zdrobljenih i termički obrađenih plodova paradajza do određene koncentracije suve materije.

Sok od paradajza pripada grupi kašastih sokova, jer pored tečnog dela, sadrži i parenhimski deo tkiva ploda.

Kečap od paradajza je proizvod dobijen po odgovarajućem postupku od pasiranog tehnološki zrelog ploda crvenog paradajza, uz dodatak šećera, soli, sirćeta i raznih začina.

Pelat predstavlja guljeni paradajz konzervisan u limenkama, u sopstvenom soku, ili uz dodatak koncentrata.

U najznačajnije **proizvode od paprike** ubrajaju ajvar i mlevena začinska paprika.

Ajvar je proizvod koji se dobija pasiranjem blanširanih ili pečenih paprika. Da bi ajvar dobio prijatan slatkasto-kiseli ukus, u postupku proizvodnje dodaje se i sirćetna kiselina.



PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Građa voća i povrća.
- Hemijski sastav voća i povrća.
- Pigmenti voća i povrća.
- Zrelost voća i povrća.
- Klasifikacija voća i osnovne karakteristike svake kategorije voća.
- Želirani proizvodi od voća.
- Voćni sokovi.
- Sušeno voće – karakteristike.
- Klasifikacija povrća i osnovne karakteristike svake kategorije povrća.
- Karakteristike mahunastog povrća.
- Proizvodi od povrća.

Treći deo
14. POGLAVLJE

GLJIVE - PEČURKE



GLJIVE - PEČURKE

Prema savremenoj klasifikaciji živog sveta, gljive su izdvojene u posebno carstvo. Pored gljiva, posebna carstva čine: carstvo monera, carstvo protista, carstvo životinja i carstvo biljaka. Nekada se smatralo da gljive, odnosno pečurke pripadaju nižim biljkama. Međutim, kasnija istraživanja pokazala su da su one bliže životinjama.

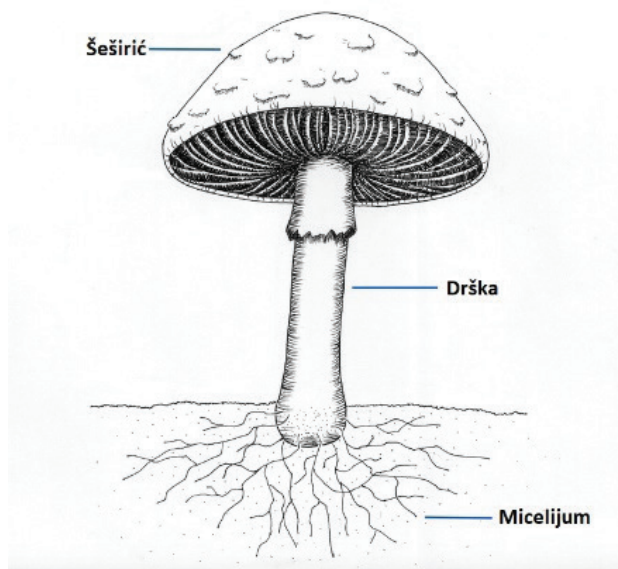
Gljive, kao i biljke i životinje, su eukariotski organizmi, tj. organizmi koji imaju jasno definisano jedro u svojim ćelijama. Od svih ostalih živih organizama, gljive se razlikuju po tome što imaju ćelijski zid izgrađen od hitina i sadrže specifične enzime koji ne postoje kod drugih organizama.

Za razliku od biljaka, gljive ne vrše fotosintezu i ne stvaraju ugljene hidrate, već se hrane mrtvom organskom materijom ili drugim živim organizmima. Gljive su nepokretne i vezane za podlogu na kojoj rastu. Gljive rastu na raspadnutom organskom materijalu i, za razliku od ostalih biljnih vrsta, njima nije potreban hlorofil, a ni svetlost. Mogu da rastu ne samo po šumama i tamo gde ima hladovine i opalog lišća, nego čak i u pećinama.

Telo gljive – micelijum čini splet hifa koje su končastog oblika. Micelijum ima ulogu koja odgovara stablu i korenu biljke. Ona u stvari predstavlja osnovni organ, odnosno organizam gljive koji je neophodan za preživljavanje. Micelijum se obično ne vidi zato što on prožima podlogu na kojoj raste. Kada postoje povoljni uslovi u spoljašnjoj sredini, dolazi do plodonošenja micelijuma, odnosno do formiranja plodonosnog tela - pečurke koja se sastoje od šeširića i drške (*slika 19*).

Pečurka predstavlja plodno telo gljive. To je struktura koja omogućava razmnožavanje gljive. Njena osnovna uloga istovetna je sa ulogom koju imaju plodovi biljaka. Najveći uticaj na formiranje pečuraka imaju vlažnost i temperatura vazduha. Pogoduje im povišena vlažnost supstrata i vazduha, kao i umerena temperatura spoljašnje sredine. Smatra se da se obilnije plodonošenje javlja nakon dužih perioda koje karakteriše smena kišnih i sunčanih dana, kada je temperatura zemljišta dovoljno visoka, a zemljište natopljeno vlagom. Vetar, takođe, može da utiče na formiranje pečuraka, tako što isušuje zemljište i time stvara nepovoljne uslove za plodonošenje.

S obzirom na to da pečurke predstavljaju „plodove“, one se mogu sakupljati u velikim količinama – bez ograničenja, pod uslovom da se tom prilikom ne oštećuje micelijum (organizam gljive). Nažalost, prilikom branja, usled nepažnje ili neznanja, često dolazi do oštećenja micelijuma, a time i do uništenja gljive.

Slika 19. Građa gljive

Izvor: Preuzeto i adaptirano sa: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/2664-fungal-life-cycles-spores-and-more>

Gljive se širom sveta sve više koriste u ishrani, farmaceutskoj industriji, kozmetici i medicini. Pored toga što se sakupljaju u prirodi, one se sve više uzgajaju.

Za stanovništvo koje živi u gradovima, sakupljanje gljiva može biti vid rekreacije i povod za boravak u prirodi. Zbog toga se u poslednje vreme u pojedinim regionima sveta razvija i poseban vid turizma, takozvani „mikoturizam“. Turistima se pruža prilika da borave u prirodi, da upoznaju pečurke, da ih sakupljaju i konzumiraju različita jela koja se od njih pripremaju.

U ishrani se uglavnom koriste šeširi pečurke, a stablo tek ponekad - uglavnom stablo mladih pečuraka. Zbog visoke hranljive vrednosti i sadržaja proteina pečurke se s pravom nazivaju se „šumskim mesom“. Po sadržaju hranljivih sastojaka, one se nalaze između povrća i mesa. Sa sadržajem proteina od 15 do 45% u suvoj materiji pečurke prevazilaze najveći broj biljnih kultura.

Važno je istaći da proteini gljiva sadrže sve esencijalne aminokiseline, ali su teže svarljivi nego proteini mesa. Jedna od karakteristika pečurki je i to da imaju veoma malu količinu ugljenih hidrata i nizak procenat masti (od 5 do 8%). Odlikuju se malom količinom vitamina rastvorljivih u mastima, a većom količinom vitamina rastvorljivih u vodi (vitamini B kompleksa i vitamin C). Od mineralnih sastojaka sadrže kalijum, mangan i gvožđe, uz izvesnu količinu ostalih korisnih minerala. Međutim, odnos kalcijuma i fosfora u pečurkama prilično je nepovoljan. Naime, taj odnos karakteriše dominacija fosfora, tako da, ukoliko bi neko svakodnevno jeo pečurke, moglo bi doći do oštećenja njegovog koštanog sistema.

Pečurke sadrže ergosterole – jedinjenja kojih nema niti u namirnicama biljnog niti u namirnicama životinjskog porekla. Kada se izlože UV zračenju, prirodni ergosteroli u pečurkama postaju vitamin D2. Njihova funkcija je slična funkciji holesterola u telu životinja i čoveka. Poznato je da vitamin D3 koji se stvara u ljudskom i životinjskom telu nastaje upravo od holesterola. Istraživanja govore da su pečurke veoma bogate vitaminom D, tako da njihovo konzumiranje tokom zime može da posluže kao svojevrsna zamena za izlaganje suncu.

Pečurke sadrže i veliki procenat nesvarljivih vlakana koja su veoma važna u ishrani ljudi. Osim toga, one su niskokalorična hrana. Njihova ukupna energetska vrednost je u proseku 125 kJ na 100 g.

Sadržaj hranljivih materija pečurki varira u zavisnosti od vrste, staništa i meteoroloških uslova. Pečurke mogu u određenoj meri da nadoknade nedostatak proteina u drugim namirnicama. Dobro je da se koriste kao prilog u obrocima i da se njima zameni deo mesa i povrća.

Veliki broj pečurki su otrovne. Otrovnim ih čine jedinjenja kao što su muskarin, toksalbumin i druge materije. Više od 200 vrsta pečurki sadrže psilocibin – hemijsko jedinjenje koje izaziva halucinogene efekte i menja stanje svesti. Te pečurke se prodaju širom sveta; naravno, na crnom tržištu. Čak i najčešće korišćena pečurka – rudnjača sadrži kancerogene materije (hidrazine). Srećom, one se uništavaju uobičajenom termičkom obradom. U svakom slučaju, za korišćenje samoniklih gljiva u ishrani, neophodno je dobro poznavanje vrsta, kao i načina pripreme. U vezi sa otrovnim gljivama važno je napomenuti da su smrtonosne vrste ipak retke. Među najotrovnijim vrstama su gljive iz roda *Amanita*. To su zelena pupavka, bela pupavka i smrdljiva pupavka.

Treba, takođe, znati da da gljive mogu da sadrže velike količine štetnih materija, kao što su, na primer, teški metali i ostaci pesticida koje u njih dospevaju iz kontaminirane podloge. Zbog toga ih treba brati dalje od saobraćajnica, fabrika i deponija. Utvrđeno je da koncentracija teških metala, pesticida i drugih kontaminanata u gljivama može biti i višestruko povećana u odnosu na njihov sadržaj u okolnom zemljištu.

Pre upotrebe pečurke treba oprati pod mlazom tekuće vode, ali ih ne treba ljuštiti, jer se u kori nalaze aromatične materije. Veoma su osetljive na dodir i pritisak. Zato treba biti izuzetno pažljiv prilikom branja i skladištenja.

U grupu jestivih gajenih pečuraka spadaju sledeće pečurke:

- šampinjon i druge vrste gajenog šampinjona;
- bukovača i druge vrste gajene bukovače;
- shii-take;
- gajena velika gnojštarka;
- gajena jablanovača;
- gajena slamnatica;
- baršunasta panjevčica;
- hrastova sjajnica;
- judino uvo i druge vrste gajenog judinog uva;
- srebrno uvo.

Najčešće korišćene vrste su: šampinjoni, bukovače, vrganj, lisičarka, smrčak, gomoljika (tartufi), blagva, rujnica, shiitake.

Pečurke, isto kao i povrće, mogu da budu konzervisane toplotom (sterilizovane i pasterizovane), konzervisane kuhinjskom solju (salamurene), marinirane, sušene, fermentisane. Mogu biti u ulju ili u umaku, a mogu biti i obrađene u obliku koncentrata.



PITANJE ZA DISKUSIJU:

- Koje su osnovne karakteristike pečuraka?

Treći deo
15. POGLAVLJE

ŠEĆERI I ZAMENE ZA ŠEĆER



ŠEĆERI I ZEMENE ZA ŠEĆER

Šećeri su jednostavni ugljeni hidrati klasifikovani kao monosaharidi ili disaharidi. Uobičajeni konzumni šećer - saharoza je disaharid koji se sastoji od molekula flukoze i molekula gluktoze. Osim saharoze, za zaslađivanje hrane mogu se koristiti i drugi zaslađivači, kao što su skrobni sirupi (glukozni i fruktozni), glukoza i fruktoza, sorbitol, manitol, ksilitol, med i nenutritivni zaslađivači.

1. ŠEĆER, ŠEĆERI I ŠEĆERNI SIRUPI

1.1. ŠEĆER

Pod pojmom šećer u svakodnevnom govoru podrazumeva se konzumni šećer – saharoza koja se dobija od šećerne repe i šećerne trske. Pod pojmom šećeri (u množini) podrazumevaju se prosti ugljeni hidrati - glukoza, fruktoza, laktoza i dr.

Šećer se dobija preradom šećerne repe ili šećerne trske koja sadrži najmanje 99.60 % saharoze. Proces proizvodnje šećera traje 100 dana i odvija se u šest faza. To su: priprema šećerne trske, ekstrakcija šećera, čišćenje difuznog soka, uparavanje soka, kristalizacija šećera, dorada kristalnog šećera i pakovanje i skladištenje. Šećer koji se dobija od šećerne repe prirodno je bele boje.

Šećer – saharoza je ugljeni hidrat, disaharid sastavljen od molekula glukoze i molekula fruktoze. Ima značajnu energetska vrednost. Sto grama komercijalnog šećera sadrži oko 390 kcal, tako da jedna kafena kašičica ili jedna kocka šećera daje 27,5 kcal. Šećer se u organizmu veoma brzo resorbuje. Važno je napomenuti i da je šećer veoma značajan konzervans.

Šećer se stavlja u promet kao konzumni rafinirani ili konzumni beli šećer. Sadrži najmanje 99,7% čiste saharoze i veoma male količine pratećih sastojaka (voda, redukujući šećeri i mineralne materije). Prema obliku, na tržištu se može naći kao kristalni šećer, oblikovani šećer (šećer u kockama) i šećer u prahu (mleveni šećer).

Šećer je trajna namirnica. Ne kvari se lako i tokom skladištenja ne zahteva posebne uslove čuvanja. Međutim, budući da je higroskopan - iako upija vodu i grudva se, važno je da se pakuje i čuva tako da bude zaštićen od veće količine vlage.

Poluproizvodi od šećera su: invertni šećer, karamel i kuler. *Invertni šećer* ili *tečni šećer* dobija se inverzijom saharoze pomoću kiselina. Koristi se u konditorskoj industriji kao regulator vlage, svežine i boje keksa. Karamel se dobija topljenjem kristalnog šećera pri 160 °C. *Kuler* se dobija topljenjem koncentrovanog šećera. To je gusta tečnost tamnosmeđe boje. Koristi se kao prirodna boja u prehrambenoj industriji.

Boja žutog ili smeđeg šećera potiče od melase.⁴⁷ Zahvaljujući sadržaju melase, žuti šećer ima jedinstven ukus na karamelu i svojstva za kuvanje. Beli šećer sadrži 100% saharoze, dok žuti sadrži do 50% saharoze i različite ostatke procesa proizvodnje. Samim tim, žuti šećer je delimično rafinisan i upravo zbog činjenice da je poluproizvod, trebalo bi da bude jeftiniji, a ne skuplji od belog šećera. Energetska vrednost belog i žutog šećera potpuno je ista.

Kokosov šećer izgledom podseća na smeđi šećer. Karakteriše ga niži glikemijski indeks, ali je jednako kaloričan kao i beli šećer.

⁴⁷ Melasa je gusti, slatki tamnosmeđi ili tamnozeleni sok koji je sporedan proizvod, tj. ostatak nakon kristalizacije u postupku proizvodnje šećera od šećerne repe ili šećerne trske. Sadrži oko 50% saharoze, do 20% vode i do 30% nešećera.

1.2. ŠEĆERI

Glukoza je prirodno prisutna u telu i sastavni je deo saharoze i skroba. Sastoji se iz jednog molekula i u obliku je belog praha. Njena zaslađujuća moć je manja od zaslađujuće moći saharoze. Zaslađujuća moć saharoze označava se sa 100 i u odnosu na nju, zaslađujuća moć glukoze je od 70 do 75. To je razlog što se glukoza mnogo manje koristi u prehrambenoj industriji.

Fruktoza je prirodni voćni šećer koji se nalazi u velikim količinama u voću i medu. Svoju primenu nalazi u proizvodnji voćnih sokova, osvežavajućih napitaka, voćnih prerađevina i sladoleda. Često služi kao zamena za šećer u ishrani dijabetičare i u proizvodima sa smanjenom energetsom vrednošću.

Fruktoza je najslađi šećer. Njena zaslađujuća moć je od 130 do 150. Zahvaljujući tome, sa manjom količinom fruktoze može se postići isti stepen slatkoće proizvoda. Prema tome, korišćenjem fruktoze, smanjuje se ukupna količina ugljenih hidrata u hrani i smanjuje se unos energije.

1.3. ŠEĆERNI SIRUPI

Skrob je, najvažniji prirodni polisaharid u ishrani čoveka. To je beli prah neutralnog ukusa i bez mirisa. Dobija se od sirovina bogatih skrobom, kao što su kukuruz i krompir. Prehrambeni skrob koristi se u proizvodnji pekarskih proizvoda i kolača, u konditorskoj industriji, za proizvodnju praška za puding, i kao dodatak u proizvodnji drugih proizvoda. U prodaji se prehrambeni skrob nalazi pod nazivom gustin.

Hidrolizati skroba su važni za prehrambenu industriju, a naročito za tehnologiju konditorskih proizvoda. Hidrolizati skroba su zapravo skrobni sirupi čije osobine zavise od stepena hidrolitičke razgradnje skroba. Skrobni sirup je slabo slatka, blago slana i gorka, gusta, providna bistra tečnost, bezbojna ili slabo svetložute boje.

Kukuruzni sirup predstavlja mešavinu glukoze, maltoze, fruktoze i drugih ugljenih hidrata. Dobija se hidrolizom skroba, nakon čega sledi rafinisanje i koncentrovanje.

Posebna vrsta kukuruznog sirupa je glukozno-fruktozni sirup ili fruktozno-glukozni sirup ili visoko-fruktozni-kukuruzni sirup (HFCS – *High Fructose Corn Syrup*).

I ovaj sirup dobija se od kukuruznog skroba kada se, uz dodavanje enzima, deo glukoze menja u fruktozu do razmere 55 prema 45 (55% fruktoze i 45% glukoze). To ga čini znatno slađim od šećera, jer je fruktoza slađa od glukoze, a u običnom šećeru fruktoza i glukoza prisutne su u razmeri 50 prema 50.

Pošto je jeftiniji i slađi od saharoze, fruktozno-glukozni sirup veoma se često koristi u prehrambenoj industriji. Osim u konditorima, može se naći u pićima, konzerviranom voću i sladoledu. Dobra strana ovog sirupa je i to što je stabilan, ne menja karakteristike proizvoda i čini ih mnogo slađim. Smatra se da je količina do 55% fruktoze u kukuruznom sirupu sasvim bezbedna za upotrebu. Proizvode se i sirupi od čak 90% fruktoze. Drastično povećanje potrošnje šećera po stanovniku dovodi se u vezu sa povećanjem upotrebe ovog sirupa gotovo u skoro svim segmentima prehrambene industrije, što je indirektno dovelo do epidemije gojaznosti, dijabetesa tipa 2 i kardiovaskularnih bolesti.

Kao zamene za beli šećer u poslednje vreme često se koriste agave sirup i javorov sirup.

Agave sirup je sirup koji se dobija od soka biljke agave - vrste kaktusa koji se karakteriše visokim sadržajem fruktoze (od 60 do 90%). Zahvaljujući visokom procentu fruktoze, ima znatno veću moć zaslađivanja nego beli šećer. Neutralnog je ukusa, odnosno ne menja specifična svojstva namirnica u koje se dodaje.

Javorov sirup se dobija od javorovog soka. I on ima veću moć zaslađivanja nego beli šećer, što omogućava da se njegovim korišćenjem smanji ukupna količina šećera u ljudskoj ishrani.

2. ZAMENE ZA ŠEĆER

Zamene za šećer mogu se podeliti u dve osnovne grupe. To su:

- šećerni alkoholi – energetske i nutritivne zaslađivači
- neenergetske i nenutritivne zaslađivači.

2.1. ŠEĆERNI ALKOHOLI

Šećerni alkoholi ili poliolni dobijaju se industrijskim putem, ali su u malim količinama prisutni u voću i povrću (bobice, jabuke, šljive). Industrijski način proizvodnje zasniva se na promeni pojedinih šećera kojima se dodaje jedna alhoholna hemijska grupa (OH). Odatle i potiče njihov naziv šećerni alkoholi. Moć zaslađivanja im je niža od zaslađujuće moći saharoze, ali je prednost njihove primene u tome što sadrže oko 40 odsto manje energije i ne dovode do pojave karijesa. U većim količinama, šećerni alkoholi mogu imati laksativno dejstvo.

Iako su ugljeni hidrati, poliolni nisu niti šećeri niti alkoholi, tako da njihov naziv (šećerni alkoholi) nije sasvim korektan.

Kao zamena za saharozu najčešće se koriste sledeći šećerni alkoholi: sorbitol, manitol, ksilitol, laktitol i eritrol.

Ako se za šećerne alkohole možda i može reći da su bez šećera („sugar-free“), za njih se ni u kom slučaju ne može reći da su bez kalorija („calorie-free“). Ono što je dobro kod njihove upotrebe jeste to što telo ne može da ih metaboliše, tako da ne dovode do porasta šećera u krvi, što ih čini posebno pogodnim za dijabetičare.

Zbog manjeg stepena slatkoće, šećerni alkoholi se često koriste u kombinaciji sa nenutritivnim zaslađivačima čija je moć zaslađivanja i 20 do 700 puta veći od zaslađujuće moći saharoze.

2.2. NENUTRITIVNI I NEENERGETSKI ZASLAĐIVAČI

Nenutritivni i neenergetski zaslađivači poznati su još pod nazivom veštački zaslađivači. Oni se mogu mešati sa skrobom i maltodekstrinima. U prodaji se mogu naći u obliku tableta ili u obliku tečnih rastvora. Jedna tableta obično odgovara jednoj ili dvema kašičicama belog šećera.

Najrasprostranjeniji zaslađivači ove vrste je saharin koji je 500 puta slađi od saharoze. Aspartam je 200 puta slađi od saharoze, a ciklambat 35 puta.

2.3. NOVI ZASLAĐIVAČI

Biljka stevija (lat. *Stevia rebaudiana*) čiji naziv u prevodu znači „slatka biljka“, koristi se u Brazilu i Paragvaju već više od hiljadu godina. Osim kao zaslađivač, stevija se u ovim južnoameričkim zemljama koristila i kao lek za opekotine, ali i kao kontraceptivno sredstvo. Steviozid - diterpenski glikozid koji se nalazi u listovima ove biljke ima nisku kalorijsku vrednost, moć zaslađivanja mu je 300 puta veća od moći zaslađivanja saharoze. Međutim, sladak ukus koji on izaziva, razlikuje od ukusa saharoze. Slatki osećaj u ustima nastaje kasnije, dugotrajniji je, a kod nekih ljudi može izazvati i metalni osećaj u ustima.

U prodaji se često može naći proizvod koji sadrži glikozide poreklom iz stevje, sa dodatkom drugih zamena za šećer kao što su polioli, aspartam i sl. Zato je važno čitati deklaracije i za svoju ishranu birati proizvode u kojima se kao zamena za šećer koriste što čistiji ekstrati biljke stevije.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Konzumni šećer.
- Šećeri.
- Šećerni sirupi.
- Zamene za šećer.
- Polioli.

Treći deo
16. POGLAVLJE

ZAČINI



ZAČINI

Pod začinima se uglavnom podrazumevaju biljni proizvodi (mada neki mogu biti životinjskog i mineralnog porekla) koji se dodaju hrani i pićima (alkoholnim i bezalkoholnim) u manjim količinama radi postizanja odgovarajućeg mirisa i/ili ukusa, ili za poboljšanje njihove svarljivosti. Začini sadrže niz aromatičnih materija različitog sastava poznatih pod nazivom etarska ulja. Začini su zapravo sirovina iz koje se dobijaju etarska ulja. Etarska ulja su najznačajniji hemijski sastojak začina. Oni su zaslužni su za miris i ukus začina i nosioci su baktericidnih svojstva. Zbog toga je i razumljivo što začini u hrani mogu da se koriste i kao konzervansi.

Začini nemaju energetske vrednosti. Nutritivna vrednost im je zanemarljiva i koriste se u malim količinama. Začini utiču na senzorske osobine hrane, ali i na poboljšanje apetita i na svarljivost hrane. Mogu biti u obliku komada, zrna, mahune i sitnih delova, odnosno praha.

Začina ima veliki broj i njihova upotreba karakteristična je za svako podneblje, narod i tradiciju. Neki od začina bogati su vitaminima; neki imaju antioksidativna svojstva; neki baktericidna, a neki antimikotična.⁴⁸

Začini se najčešće suše prirodnim putem - na suncu. Manji broj začina, kao što je mlevena paprika, suše se u kontrolisanim uslovima. Sadržaj vlage začina je specifičan za svaku vrstu i kreće se od 10 do 20%. Zbog toga se začini čuvaju upakovani u zaštitnu ambalažu na suvom, tamnom i hladnom mestu.

Kao začini koriste se aromatični delovi začinskih biljaka. To može biti: koren, kora, list, cvetni pupoljak, cvet, tučak, plod, seme. Neki začini se koriste u prirodnom obliku, dok se drugi pripremaju sušenjem, sitnjenjem, pretvaranjem u prah i ekstrahovanjem aromatičnih sastojaka. U svakodnevnoj potrošnji značajno mesto zauzimaju mleveni začini. Česta je primena i ekstrahovanih začina. Izdvojeni aromatični sastojci mešaju se sa nosačem (saharoza, glukoza, natrijumglutaminat i dr.) u odnosu koji je identičan njihovoj koncentraciji u začinskoj biljci.

48 Antimikotično svojstvo je svojstvo, u ovom slučaju začina, da utiče na smanjenje broja gljivica.

Prema botaničkoj klasifikaciju, odnosno u zavisnosti od toga od kojih delova biljke se dobijaju, začini mogu biti:

- plodovi (beli i crni biber, paprika, čili, piment, vanila);
- semenke (anis, kumin, korijandar, susam, kardamom, gorušica);
- cvetovi ili cvetni izdanci (karanfilić);
- kora (cimet i kajsija);
- korenje (đumbir, kurkuma, kardamom);
- lišće (lovor, majčina dušica, origano, ruzmarin, peršun, celer, kadulja, pelin) i
- aromatično povrće (celer, luk vlašac).

U zavisnosti od toga kakav efekat se želi da postigne njihovim dodavanjem hrani, začini mogu biti:

- oštri (biber, ljuta paprika, čili, gorušica, piment);
- aromatični (anis, đumbir, cimet, karanfilić, vanila) i
- biljnog ukusa (ružmarin, bosiljak, majčina dušica, kadulja).

S obzirom na njihovu primenu u prehrambenoj industriji, začini se dele na:

- opšte začine (začini koji se koriste u više grana prehrambene industrije);
- kulinarske začine;
- začine za izradu kobasica i
- začini koji se upotrebljavaju u proizvodnji pića.

U optičaju je i podela začina na:

- prave ili tropske;
- herbe;
- aromatično seme i
- dehidrirano povrće (biljni začini).

Tropski začini su biber, ingver, piment, muskat. Odlikuju se visokim sadržajem etarskih ulja.

Herbe su listovi i ostali zeleni delovi biljaka koji se uzgajaju u tropskim predelima i predelima sa umerenom klimom. Sadrže manju količinu etarskih ulja nego tropski začini. U ovu grupu začina spadaju: majoran, timijan, žalfija i sl.

Biljke čije se **aromatično seme** koristi kao začini su: anis, korijander, kardamom, slačica i mirođija. Gaje se u predelima sa umerenom i tropskom klimom.

Prema našim propisima, u **dehidrirano povrće**, odnosno biljne začine ubrajaju se dehidrirani delovi sledećih 45 biljaka: anis, beli luk u prahu ili granulama, beli biber, zeleni biber, crveni biber, crni biber, bosiljak, vanila (vanilija), vlašac, đumbir, estragon, žalfija, zvezdasti anis, iđirot, isiot, karanfilić, kardamom, kim, klekove bobe, komorač, koriander, kumin, kurkuma, lavanda, lovor, majoran, mirođija, muskatni orah, papuanski muskatni orah, muskatni cvet, kudrava nana, pitoma nana, origano, mlevena začinska paprika, peršun, piment, piskavica, ruzmarin, selen, bela slačica, crna slačica, timijan, celer, cimet, crni luk u prahu, čili, čubar, šafran, šafranika.

Pod mešavinom začina podrazumevaju se mešavine jednog ili više biljnih začina kojima se mogu dodati: šećer ili dekstrini, kuhinjska so, prirodne boje, gume, prirodni pektin i nosač arome.

Ekstrakti začina su proizvodi koji se dobijaju ekstrakcijom aromatičnih ulja i drugih rastvorljivih supstanci iz prirodnih začinskih biljaka.

Važno je istaći da pojedini začini koji se nalaze na našem tržištu potiču iz udaljenih krajeva sveta koje karakteriše visoka temperatura i vlažnost vazduha. Poznato je da takvi uslovi spoljašnje sredine pogoduju razvoju mikroorganizama. Kada se uz to ima u vidu i nizak stepen higijenskih navika osoblja koje učestvuje u proizvodnji, pakovanju i transportu začina do našeg tržišta, neminovno se nameće zaključak da pojedini začini mogu biti izvor mikrobiološke kontaminacije. To može predstavljati opasnost po zdravlje ljudi, jer se začini dodaju salatama i jelima nakon termičke obrade, što znači da će se mikroorganizmi, ako ih je bilo u začinu, naći i u začinjenom jelu.

Pod začinom se podrazumeva i kuhinjska so.

U zavisnosti od porekla, **kuhinjska so** sadrži 97% natrijum hlorida (NaCl). Od mineralnih materija, u kuhinjskoj soli mogu se još naći kalcijum, kalijum, magnezijum i dr). Koristi se kao dodatak jelima, kao konzervans, a može biti i nosač aditiva ili hranljivih sastojaka.

Kuhinjska so može biti varena, kamena i morska. Varena so dobija se isparavanjem vode koja je zasićena solju; kamena so dobija se preradom slane rude, a morska so isparavanjem morske vode. Morska so bogata je pre svega jodom, ali i drugim mineralima.

Kuhinjska so je higroskopna, pa je treba pakovati, čuvati i prodavati na odgovarajući način, tj. zaštićenu od vlage.

Senf se dobija mešanjem fino samlevenih ili celih semenki bele, odnosno crne slačice sa vodom, sirćetom ili vinom, kuhinjskom soli i drugim začinima, sa ili bez dodatka šećera. Senf sadrži 78% vode, 5,5% ulja, 2,5 šećera, 2,6 % kuhinjske soli, 3,5 % sirćetne kiseline i 0,2 % etarskih ulja.

Sirće se dobija sirćetnom fermentacijom vina, voćnih vina, razređenog etanola, surutke i piva. Sirćetna fermentacija kojom se dobija sirće smatra se nastavkom alkoholne fermentacije, a odvija se pod dejstvom bakterija sirćetnog vrenja.

Prema vrsti sirovine od kojih se dobijaju, razlikuju se sledeće vrste sirća:

- vinsko sirće koje se dobija sirćetnom fermentacijom vina slabijeg kvaliteta ili vina koja sadrže veću količinu sirćetne kiseline;
- voćno sirće koje se dobija sirćetnom fermentacijom prevrelog voća;
- mešano voćno sirće koje se dobija sirćetnom fermentacijom više vrsta prevrelog voća;
- alkoholno sirće koje se dobija sirćetnom fermentacijom razređenog etanola i
- aromatizovano sirće koje se dobija od alkoholnog ili vinskog sirćeta, uz dodavanja ekstrakta prirodnih začina, aromatičnog bilja i povrća.

Sirćetna kiselina koja se koristi kao konzervans dobija se suvom destilacijom drveta. Kada nije razređena, predstavlja veoma jak otrov koji može oštetiti sluzokožu digestivnih organa. Na tržište dolazi najčešće u koncentraciji 10%. Za kišljenje ili kuvanje upotrebljava se u koncentracijama od 4 do 5%.

Balmazovo sirće (ital. *Aceto balsamico*) je posebna vrsta sirćeta specifičnog blago kiselog i slatkastog ukusa. Balzamovo sirće specifično je po tome što se ne dobija vrenjem vina ili drugog voća, nego fermentacijom posebne vrste grožđa "*Trebbiano di Spagna*". S obzirom na to da je proizvodnja Balzamovgo sirća bazirana na posebnoj sorti grožđa koja se uzgaja u Italiji i da ima dugogodišnju tradiciju koja se prenosila sa koleno na koleno, Balzamovo sirće nosi oznaku zaštićenog geografskog porekla.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Karakteristike začina.
- Osnovna uloga začina kao dodataka hrani.
- Vrste začina.
- Od čega se pravi Balzamovo sirće?

Treći deo
17. POGLAVLJE

SREDSTVA ZA UŽIVANJE



SREDSTVA ZA UŽIVANJE

Kafa i čaj su sredstva za uživanje niske hranljive vrednosti (ne sadrže vitamine, minerale i energiju u značajnoj količini), ali, zahvaljujući prijatnoj aromi koja potiče od eteričnih ulja, njihovo konzumiranje je često i veoma rasprostranjeno. Osim toga, u ovim namirnicama postoji specifična vrsta alkaloida - kofein u kafi i kofein i tein u čaju koji utiču na centralni nervni sistem. Uticaj kofeina i teina na organizam je sličan, s tom razlikom što je dejstvo teina slabije.

1. KAFA

Kafa je jedan od najpopularnijih i najviše konzumiranih napitaka u svetu. Prijatna i specifična aroma kafe, ali i njen stimulativni uticaj na centralni nervni sistem, čine da ona učestvuje sa čak 75% u ukupnoj potrošnji bezalkoholnih pića.

Kafa se danas gaji u preko 70 zemalja širom Afrike, Latinske Amerike i Južne Azije. Pretpostavlja se da kafa vodi poreklo iz Etiopije, tačnije iz oblasti *Kaffa* po kojoj je ovaj napitak i dobio ime. Brazil je danas najveći proizvođač kafe, dok je Evropa najveći uvoznik, a samim tim i najveći potrošač kafe.

Kafa je seme višegodišnje drvenaste biljke tropskih predela. Plodovi drveta kafe koji se nazivaju koštunice ili trešnje nastaju iz cvetova prijatnog mirisa. Kada plod sazri dobija crvenu boju. Svaki plod sadrži dva semena ili zrna. To su zapravo "zelena zrna", odnosno sirova zrna kafe koja se koriste kao sirovina za proizvodnju pržene i mlevene kafe. Zrno kafe ima prečnik oko 10 mm i teži oko 0,15 g. Vrste kafe se razlikuju po veličini i obliku zrna.

Najznačajnije vrste kafa su kafa Arabika (*Coffea arabica*) i kafa Robusta (*Coffea canephora*) koje zajedno čine 90% ukupne proizvodnje kafe u svetu.

Arabika čini 75 do 80% ukupne proizvodnje kafe u svetu. Najpoznatije vrste kafe Arabike su „minas“ i „santos“. Ime su dobile po oblastima u Brazilu u kojima se uzgajaju. Napitak koji se priprema od ove vrste kafe ima prijatniju, kompleksniju i izraženiju aromu od napitaka pripremljenih od drugih vrsta kafe.

Kafa Robusta uzgaja se u tropskim delovima Afrike, Indije, Indonezije i Vijetnama. Ona čini 25% ukupne proizvodnje kafe u svetu. Znatno je jeftinija od kafe Arabike. Razlog tome je njen slabiji kvalitet i niži troškovi proizvodnje u odnosu na Arabiku. Zrna Robuste su sitnija, imaju više otpadnih primesa, a sama aroma ove kafe nije tako jasno izražena. Najčešće se koristi za pripremu mešavina kafe sa Arabikom. Robusta sadrži viši procenat kofeina i hlorogenske kiseline, što doprinosi formiranju skladnijih senzorskih karakteristika napitaka spravljениh od tih mešavina.

Najskuplja kafa na svetu je Kofi luvak (Kopi luwak). Proizvodi se na ostrvima Java i Sumatra na kojima žive torbari cibetke. Te životinje hrane se plodovima kafe i smatrane su štetočinama, sve dok nije otkriveno da zrno koje prođe kroz njihov digestivni trakt dobije specifičan, manje gorak i karamelizovan ukus koji mu daju enzimi iz želuca. Polusvarena zrna se skupljaju i od njih se pravi kafa bogate i jake arome. Godišnje se u čitavom svetu proizvode svega 500 kg ove kafe čiji jedan kilogram košta oko 500 dolara.

1.1. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE PRŽENE, MLEVENE KAFE

Tehnološki postupak proizvodnje pržene, mlevene kafe obuhvata sledeće faze: berbu, obradu, prženje, mlevenje i pakovanje.

Plodovi kafe se nakon **berbe** obrađuju suvim, polusuvim ili mokrim postupkom. Cilj **obrade** je da se ukloni mesnati deo ploda i oslobodi zrno kafe. Suvi postupak se odvija na suncu, dok mokri postupak podrazumeva potapanje plodova kafe u bazene sa vodom.

Pod sirovom kafom podrazumeva se proizvod osušene semenke (zrna kafe) biljke roda *Coffea* koji je dobijen odgovarajućim tehnološkim postupkom od ploda kafe, uz uklanjanje mezokarpa i endokarpa i uz potpuno ili delimično uklanjanje pergamenta (srebrnaste opne).

Sirova kafa sadrži od 6 do 12,5% rastvorljivih ugljenih hidrata; 34 do 53% nerastvorljivih ugljenih hidrata (celuloze i hemiceluloze); 8,5 do 12% proteina; 8 do 18% lipida; 0,8 do 4% kofeina i 3 do 5,45% minerala.

Prženje predstavlja ključnu fazu tehnološkog postupka proizvodnje kafe. Postupak prženja presudno utiče na formiranje boje i arome kafe na osnovu koje se i određuje njen kvalitet.

Tokom prženja koje se izvodi pri temperaturi od oko 200 °C, smanjuje se sadržaj vode u zrnima kafe i dolazi do razlaganja skroba na glukozu. Zbog karamelizacije šećera i Majlardove reakcije, boja zrna prelazi u smeđu. Takođe, tokom prženja, ulje izbija na površinu zrna (znojenje kafe), usled čega je pržena kafa masna pod prstima. Aroma pržene kafe potiče od etarskog ulja i isparljivih materija. Osim vode, iz zrna se tokom prženja oslobađa i ugljen-dioksid. Gasovi koji ostaju zarobljeni u ćelijama povećavaju unutrašnji pritisak u zrnju koje zbog toga ekspandira i u jednom trenutku puca. Prženje se zaustavlja kada zrno dostigne poželjnu boju i ukus i izgubi određen deo mase. Prženje se zaustavlja hlađenjem.

Nakon prženja i hlađenja kafe, obavlja se proces **mlevenja kafe** koji ujedno ima uticaj na formiranje njenog mirisa i ukusa. Mlevenjem prženih zrna koje se obavlja specijalnim mlinovima omogućava se da se prilikom pripreme napitaka oslobađaju arome kafe. Veličina čestice pržene kafe je različit, ali ne prelazi 0,8 mm. Za espresso kafu koristi se krupnije mlevena kafa, dok je za pripremu crne kafe potrebna sitno mlevena kafa (0,1 mm).

Samlevena kafa pakuje se u adekvatnu ambalažu koja treba da spreči da kafa dođe u kontakt sa kiseonikom, jer bi to moglo nepovoljno da utiče na svežinu i aromu kafe, i na njen kvalitet uopšte.

1.2. SASTAV I KVALITET KAFE

Na senzorski profil i kvalitet kafe veliki uticaj imaju neisparljive komponente zrna kafe. U te komponente spadaju: kiseline (hlorogenska, jabučna, limunska, kininska, mravlja, sirćetna i dr.), alkaloidi (kofein, trigonelin), ugljeni hidrati, lipidi, proteini, minerali i dr.

Od ugljenih hidrata, u sirovom zrnju kafe zastupljeni su polisaharidi (glukomanan i celuloza), disaharidi (saharoza) i monosaharidi (glukoza, galaktoza, arabinoza, fruktoza, manitol, manaza, ksiloza i riboza). Saharoza se tokom prženja kafe razlaže, tako da je njen sadržaj u prženoj kafi zanemarljiv. Glukoza i fruktoza koje nastaju kao rezultat razlaganje saharoze, takođe se razgrađuju tokom prženja, pa je i njihov sadržaj u prženoj kafi zanemarljiv.

Hlorogenska kiselina (CGA) je inače veoma rasprostranjena u biljnom svetu, a kafa se smatra njenim glavnim izvorom u prirodi. Ova kiselina je osnovno fenolno jedinjenje u kafi i ima veliku uticaj na formiranje ukusa kafe i na njen kvalitet uopšte. Smatra se da hlorogenska kiselina ima i potencijalnu antioksidativnu aktivnost.

Kofein pripada grupi alkaloida i, osim u kafi, nalazi se još i u drugim biljnim vrstama, kao što su čaj i kakao, na primer. Kao i svi alkaloidi, i kofein ima gorak ukus. Sirova zrna kafe imaju od 0,8 do 4,0% kofeina (robusta sadrži više kofeina nego Arabika) koji u velikoj meri utiče na kvalitet kafe. Prženje zrna kafe smanjuje sadržaj kofeina za oko 30%.

Lipidi u kafi usko su povezani sa osećajem punoće u ustima koji nastaje u toku konzumiranja kafe.

U sirovoj kafi nalaze se vitamin E i tokoferoli koji se u kafi zadržavaju i nakon prženja.

Uklanjanje kofeina iz kafe u cilju dobijanja napitka od kafe bez kofeina vrši se dok su zrna još nepečena i zelena. Iako na nekim pakovanjima kafe stoji oznaka da je „bez kofeina“, ta kafa najčešće sadrži 1-2% količine kofeina koji se nalazi u neprerađenoj kafi. U nekim (retkim) slučajevima, u „kafi bez kofeina“ ima i do 20% originalnog sadržaja kofeina.

1.3. VRSTE NAPITAKA OD KAFE I METODE PRIPREME

Napitak od kafe – kafa može se pripremiti na različite načine. Zajedničko za sve njih je da se zasnivaju na korišćenju tople vode. Upotreba tople vode ima za cilj da se iz mlevenog zrna pržene kafe ekstrahuju materije koje daju karakterističan miris i ukus pripremljenom napitku - kafi.

Postoje tri glavne metode pripreme kafe. To su:

- ekstrakcija kuvanjem (crna kafa, turska kafa, grčka kafa, vakuum kafa);
- metode infuzije ili natapanja (filter kafa) i
- metode pritiska (*espress*, moka kafa).

Metode ekstrakcije kuvanjem zasniva se na kontaktu mlevene kafe sa vodom, pri visokoj temperaturi u određenom vremenu. Zbog delovanja visokih temperatura, priprema kafe na ovaj način dovodi do delimičnog gubitka nekih jedinjenja koja utiču na aromu kafe.

Metoda infuzije izvodi se natapanjem mlevene kafe u zagrejanu ili hladnu vodu pre samog filtriranja. Za ovaj način pripreme kafe obično se koristi krupno mlevena kafa.

Metode pritiska podrazumevaju izdvajanje tečnosti pod visokim pritiskom toplote/pri visokoj temperaturi. Espresso kafa dobija se prolaskom vodene pare pod pritiskom kroz sloj krupno mlevene kafe. Napitak dobijen na ovaj način odlikuje se izrazitom punoćom ukusa (*slika 20*).

Slika 20. Vrste espresso kafe



Izvor: Preuzeto i adaptirano sa: <https://whenitstimeforcoffee.com>

Ekstrakti od kafe su koncentrovani proizvodi dobijeni ekstrakcijom iz prženih zrna kafe. Ekstrakti kafe sadrže sve sastojke zrna kafe.

Instant kafa predstavlja suvi ekstrakt kafe. Dobija se ekstrakcijom i liofilizacijom, ili sličnim postupcima.

Surogat kafe je mešavina prženih, jestivih delova biljaka bogatih skrobom i šećerom. Prokuvani u vodi, takvi sastojci daju napitak koji se koristi kao zamena za kafu, ali je bez kofeina i nema aromu prave kafe. U tu svrhu najviše se koriste ječam, raž, soja, cikorija, slanutak, smokva i rogač.

2. ČAJ

Uz kafu, čaj je jedno od najčešće konzumiranih bezalkoholnih pića. Podaci govore da čaj potiče iz Kine, a da je u Evropu prvi put došao u 16. veku.

Postoji više vrsta čajeva. Najpoznatiji među njima su: pravi čaj koji se dobija od biljke čajevac (*Camellia sinensis*), zatim biljni čaj, voćni i aromatizovani čajevi i sve popularniji rooibos čaj.

2.1. PRAVI ČAJ

Pod pravim čajem podrazumevaju se osušeni lisni pupoljci biljne vrste *Camellia sinensis* L tretirani postupcima maceracije, aeracije i sušenja. Uspeva u predelima sa tropskom klimom i na višim nadmorskim visinama. Kada slobodno raste, biljka čaja raste kao drvo koje može biti visoko i do 16 metara. Kultivisane sorte su iz praktičnih razloga značajno niže. Listovi se beru više puta godišnje i to samo mladi izdanci, tj. pupoljci biljke. Pravi čaj sadrži više od 300 sastojaka od kojih su najznačajniji alkaloidi (kofein i tein), polifenoli, eterična ulja, vitamini i minerali. Po sadržaju alkaloida kofeina, čaj je veoma sličan kafi.

U zavisnosti od stepena fermentacije, čaj dobijen od biljke čajevac može biti:

- zeleni (nefermentisan);
- ulong (polufermentisan) i
- crni čaj (fermentisan).

Fermentacija predstavlja veoma bitnu fazu u procesu prerade listova čaja, jer utiče na formiranje osobina gotovog čaja. Ključna stvar u postupku dobijanja zelenog čaja jeste kako sprečiti fermentaciju, dok je u procesu dobijanja crnog čaja najvažnije to kako kontrolisati fermentaciju – kako je usmeravati u željenom smeru i zaustaviti je u pravom trenutku.

S obzirom na to da nije fermentisan, zeleni čaj ima zelenu boju koja potiče od hlorofila i bogat je brojnim antioksidantima. Da bi se inaktivisali enzimi koji započinju proces fermentacije, u postupku dobijanja zelenog čaja listići čaja se odmah tretiraju parom ili prže i nakon toga suše.

Beli čaj čine mladi listići čaja koje još uvek odlikuje prekrivenost belim ili srebrnastim dlačicama. Upravo zbog takve boje listova, ovaj čaj se naziva i belim ili srebrnim čajem. Prilikom proizvodnje belog čaja, listići prolaze samo kroz proces parenja i sušenja. Beli čaj se često klasifikuje kao podgrupa zelenog čaja.

Crni čaj je fermentisan čaj. Njegova tamna boja i ukus rezultat su procesa fermentacije i oksidacije fenola u lišću koje zbog toga postaje tamnije i dobija smeđu boju, a ukus mu postaje oštiji. U postupku dobijanja crnog čaja, ubrani listovi se ostave da odstoje i malo uvenu, nakon čega se uvijaju - ručno ili mašinski. Posle uvijanja, započinje proces fermentacije koji se odvija pod dejstvom enzima. Fermentacija se zaustavlja zagrevanjem, jer visoka temperatura zaustavlja njihovo dejstvo. U poređenju sa zelenim čajem, crni čaj ima manju antioksidativnu aktivnost, ali sadrži nešto više alkaloida, pre svega kofeina.

Ulong čaj je polufermentisan i on u stvari predstavlja mešavinu zelenog i crnog čaja. Postupak njegove proizvodnje nalazi se negde između postupka za dobijanje zelenog i postupka za dobijanje crnog čaja. Samim tim, on u odnosu na crni čaj ima slabije izražena senzorska svojstva.

Osim navedenih vrsta pravog čaja, postoje je još i beli, žuti i postfermentisani čaj.

Čaj sadrži razne vrste antioksidanasa čija je koncentracija veća u zelenom i belom čaju, dok je u crnom neznatno smanjena zbog procesa fermentacije.

Čaj sadrži i alkaloidne - tein i kofein koji imaju dejstvo na centralni nervni sistem, kao i male količine teofilina i teobromina koji imaju diuretičko⁴⁹ i miorelaksantno⁵⁰ dejstvo. U čaju ima manje kofeina nego u kafi, a i tein iz čaja ima značajno blaže dejstvo na organizam nego kofein. U čaju se nalazi i tanin koji mu daje opor ukus. Kada kesica čaja stoji duže u vreloj vodi, dolazi do povećanja sadržaja tanina i čaj postaje gorak.

49 Podstiče izlučivanje mokraće iz organizma.

50 Utiče na opuštanje mišića.

2.2. BILJNI, VOĆNI I AROMATIZOVANI ČAJEVI

Pored grupe čajeva koji se dobijaju od biljke čajevac i koji nose naziv čajevi, postoji i druga grupa čajeva koji se nazivaju biljni, odnosno domaći čajevi (*herbal infusions* ili *herbal tea*). Prave se od nane, kamilice, šipka, lipe i dr.

Biljni čaj je ujednačeno usitnjen, suv ili svež deo biljke (plod, delovi ploda, seme, cvet, delovi cveta, list, stabljika, kora, koren, rizom, krtola) od kojeg se na uobičajeni način može pripremiti napitak. Biljni čaj se stavlja u promet pod nazivom "čaj od...", pri čemu se navodi ime biljke na srpskom jeziku sa jasno naznačenim delom biljke koji je upotrebljen za proizvodnju čaja (npr. "čaj od cveta kamilice", "čaj od lista nane" i sl.).

Voćni čaj je mešavina biljnog čaja koja sadrži više od 50% usitnjenih suvih delova divljeg ili gajenog voća.

Aromatizovani čaj, odnosno aromatizovani biljni čaj i njihovi proizvodi jesu čaj, odnosno biljni čaj kojima su dodate arome.

Proizvodi od čaja, odnosno biljnog čaja su:

- instant-čaj, odnosno biljni instant-čaj i
- čaj bez kofeina.

Instant-čaj je proizvod proizveden od ekstrakta čaja ili biljnog čaja, u čvrstom ili tečnom obliku, od koga se napitak priprema direktnim rastvaranjem u toploj ili hladnoj vodi.

Čaj bez kofeina je čaj kod koga je odgovarajućim tehnološkim postupcima izvršena ekstrakcija kofeina, tako da finalni proizvod ne sadrži više od 0,4% tog sastojka.

Rooibos čaj je sve popularniji čaj koji se pravi od listića biljke *Rooibos* koja raste na plantažama Južne Afrike. Karakteriše ga visok sadržaj minerala, kao što su gvožđe, kalijum, natriju, bakar, cink i magnezijum. Bogat je i vitaminom C i ne sadrži kofein.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Koje su najznačajnije vrste kafe?
- Koje su faze u tehnološkom postupku dobijanja pržene, mlevene kafe?
- Šta utiče na aromu i kvalitet kafe?
- Šta je čaj i koje su vrste čajeva?
- Šta se podrazumeva pod terminom „pravi čaj“?



Treći deo
18. POGLAVLJE

BEZALKOHOLNA PIĆA



BEZALKOHOLNA PIĆA

Osvežavajuća bezalkoholna pića su proizvodi koji se dobijaju posebnim tehnološkim postupkom od vode za piće ili prirodne mineralne vode ili prirodne izvorske vode, uz dodavanje različitih sastojaka kojima se postiže željeni miris i ukus i osvežavajuće dejstvo napitka. Kao dodaci vodi u proizvodnji osvežavajućih bezalkoholnih pića mogu se koristiti: arome, šećeri, hidrolizati skroba, biljni ekstrakti, voćni sok, koncentrisani voćni sok, sok od povrća, žita i proizvodi od žita, soja i proizvodi od soje, hmelj i proizvodi od hmelja, surutka, vitamini, mineralne soli i ugljen-dioksid. Moguće je koristiti i određene aditive. Osvežavajuća bezalkoholna pića najčešće se konzervišu primenom konzervanasa ili pasterizacijom.

Sastav i senzorska svojstva bezalkoholnih pića zavise uglavnom od sadržaja zajedničkih komponenti, a to su **šećer**, **kiseline** i **ugljen-dioksid**. Hranljiva i energetska vrednost potiču uglavnom od sadržaja šećera, dok su za formiranje ukusa zaslužne pre svega kiseline koje imaju i konzervišuće dejstvo.

Prema vrsti sirovina od kojih se dobijaju, osvežavajuća bezalkoholna mogu biti: voćni, biljni i žitni napici, napici na bazi meda i sintetički napici.

Gazirana bezalkoholna osvežavajuća pića dobijaju se od pripremljenih voćnih ili drugih baza, šećernog sirupa, kiselina i dodatka ugljen-dioksida. To su, na primer, napici od pomorandže i limuna („fanta”), kao i pića tipa koka kole i tonika.

Gazirani bezalkoholni napici tipa kole prave se od ekstrakta plodova i lišća biljke kola (*Cola vera*, *Cola acuminata schott*). U postupku proizvodnje dodaju se kofein (do 250 mg/l), specijalno pripremljen karamel, fosforna kiselina i konzervansi. Međutim, receptura pripreme pića *Coca Cola*-e je strogo zaštićena.

Gazirana napici tipa tonika prave se od kinina koji se nalazi u kori biljke kininovac. Od njega potiče gorak ukus tonika. Inače, kinin se kroz istoriju koristio kao lek protiv malarije.

Biljna aromatična pića prave se od raznih aromatičnih i lekovitih trava ili njihovih ekstrakata.

Žitna osvežavajuća pića proizvode se od zrna ili brašna ječma, kukuruza, raži i ekstrakta hmelja. Dobijaju se fermentacijom ekstrakta žita pod dejstvom bakterija mlečne kiseline i kvasaca. Kao rezultat tog procesa nastaju dekstrini, maltoza i glukoza, ali i aminokiseline koje nastaju usled razlaganja proteina. Predstavnici ovih pića su **boza** i **kvas**. Boza se dobija od kukuruza, a kvas od ječma.

Osvežavajuća pića od meda pripremaju se od meda, uz dodavanje hmelja, karamela, šećera, kiseline i aromatičnih ekstrakta.

Sirup za osvežavajuće bezalkoholno piće je proizvod viskozne strukture.

Prašak za osvežavajuća bezalkoholna pića je proizvod čijim se rastvaranjem u vodi, sa ili bez dodatka šećera i/ili zaslađivača, dobija proizvod koji je u skladu sa zahtevima propisa.

Tableta za osvežavajuća bezalkoholna pića je proizvod čijim se rastvaranjem u vodi, sa ili bez dodatka šećera i/ili zaslađivača, prema uputstvu za upotrebu datom na deklaraciji, dobija proizvod koji je u skladu sa zahtevima propisa.

Ledeni čaj je osvežavajuće bezalkoholno piće sa ekstraktom čaja, uz mogućnost dodavanja biljnih ekstrakta i drugih sastojaka.

Mineralna voda i soda voda su vode koje u sebi sadrže razne mineralne materije (soli gvožđa, magnezijuma, joda, ugljen-dioksida, sumpor-dioksida i dr.).

Pod mineralnim vodama podrazumevaju se vode sa povećanim sadržajem rastvorenih mineralnih materija. Prirodne mineralne vode su vode koje u jednom litru sadrže najmanje jedan gram mineralnih materija. Ova voda se izvlači iz izvora i kasnije obrađuje u cilju odstranjivanja sastojaka koji bi mogli da utiču na njen kvalitet. Mineralna voda može da se flašira samo ako je hemijski i mikrobiološki ispravna za piće i ako joj je kvalitet stabilan i formiran u prirodnim uslovima.

Soda voda je voda koja se dobija kada se ugljen-dioksid pod pritiskom direktno ubacuje u vodu za piće.

Stona voda je flaširana podzemna voda za piće koja se obrađuje u cilju poboljšanja kvaliteta.

Energetska pića su bezalkoholna pića čiji je sastav uglavnom isti kod svih proizvođača i obično sadrži kofein, taurin,⁵¹ šećer, ugljen-dioksid, arome, vitamine, voćne koncentrate i konzervanse. Energetsko piće je proizvod koje može da sadrži najviše 400 mg/l kofeina. Deklaracija za energetsko piće mora da sadrži navod: "*Ne preporučuje se osobama sa srčanim tegobama i osobama preosetljivim na kofein*" i "*Ne preporučuje se konzumiranje sa alkoholom*". Obavezno je, takođe, da se u deklaraciji nalazi podatak o dozvoljenom dnevnom unosu.

51 Taurin je neesencijalna aminokiselina sa sumporom koja se u organizmu nalazi u slobodnom stanju, odnosno ne ulazi u sastav proteina. Sintetiše se u pankreasu iz aminokiseline cistein ili metionin, uz pomoć vitamina B6.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Od čega zavise senzorske osobine bezalkoholnih pića?
- Šta su sastojci energetske pića?
- Šta su osnovni sastojci *Coca-cola-e*?



Treći deo
19. POGLAVLJE

ALKOHOLNA PIĆA



ALKOHOLNA PIĆA

Alkoholna pića su proizvodi sa različitim sadržajem etil-alkohola (etanola). Etanol je bistra i bezbojna tečnost, karakterističnog mirisa. Dobija se fermentacijom šećera pomoću kvasaca. Procenat etanola u alkoholnim pićima zavisi od količine šećera u sirovini, ali i od tehnologije pravljenja pića. Pored etalona, u alkoholnim pićima u manjoj količini ima i drugih alkohola, kao i jedinjenja koja potiču od sirovina, a nastaju u procesima fermentacije

U zavisnosti od sastava, porekla alkohola i senzorskih osobina, alkoholna pića se mogu svrstati u tri osnovne grupe. To su:

- vina,
- piva i
- jaka alkoholna pića.

Prema sadržaju alkohola, razvrstavaju se na jaka alkoholna pića i alkoholna pića sa manjim procentom alkohola. U alkoholna pića sa manjim procentom alkohola spadaju pivo i vino. Vina imaju u proseku od 10 do 14% vol alkohola, a piva u proseku 5% vol. Jaka alkoholna pića imaju u proseku preko 40% vol alkohola.⁵²

U proizvodnji alkoholnih pića primenjuje se alkoholna fermentacija (vrenje). To je biohemijski proces u toku kojeg se, pod dejstvom kvasaca u anaerobnim uslovima, šećeri prevode u etil alkohol i ugljen-dioksid. Kvasci su uzročnici fermentacije i predstavljaju vrstu mikroorganizama (tačnije gljivica) koji se razvijaju i razmnožavaju na biljnom materijalu koji je bogat šećerima. Kvasci koji izazivaju alkoholno vrenje spadaju u klasu *Ascomycetes* (rod *Saccharomyces*). Alkoholna fermentacija se može izvesti spontano ili primenom odabranih kultura kvasaca.

Fermentacijom se dobijaju vino i pivo, dok se jaka alkoholna pića dobijaju od destilata rafiniranih alkohola ili destilacijom prevrelog voća, žita i dr.

52 Količina alkohola u alkoholnim pićima izražava se kao sadržaj etanola. Sadržaj etanola je sadržaj čistog etil alkohola u 100 ml alkoholnog pića pri temperaturi od 20°C i izražava se mernom jedinicom % vol.

1. VINO

Vino je alkoholno piće koje se dobija alkoholnom fermentacijom grožđa i drugih vrste voća. Osim grožđa koje je glavna sirovina za proizvodnju vina, za njegovu proizvodnju koriste se i nar, jabuka i neke vrste bobičastog voća.

Po obimu proizvodnje, vino se nalazi odmah iza piva i predstavlja jedan od najvažnijih proizvoda alkoholne industrije. Razvojem vinarstva bavi se posebna naučna grana, enologija. Prva poznata proizvodnja vina datira još od nekoliko hiljada godina p.n.e. Osim za uživanje, vino je od davnina imalo značajnu ulogu i u religijskim ceremonijama. Vino je najvažniji proizvod grožđa. U njega se preradi najveći deo grožđa, dok se nešto manja količina iskoristi za proizvodnju konjaka i rakije.

1.1. MEHANIČKI SASTAV GROŽĐA

Berbom zdravog grožđa u fazi tehnološke zrelosti završava se proces proizvodnje grožđa u vinogradu i započinje proces proizvodnje vina.

Grožđe se sastoji iz **peteljke** (šepurine) i **bobice**.

Peteljka se odvaja pri muljanju grožđa, jer sadrži velike količine tanina. Tanini i hlorofil iz peteljke mogu dati vinu neprijatan i gorak ukus. Prilikom ispijanja vina sa previsokim sadržajem tanina, stvara se utisak „sušenja“ usta. Tanini su fenolna jedinjenja gorkog i oporog ukusa koja su široko rasprostranjena u biljnom svetu. Oni štite biljke od predatora, insekata i bakterija.

Sastavni deo bobice su **pokožica**, **pulpa** i **semenke**.

Pokožica sadrži brojne bojene materije, tanine i mirisne materije. Bojene materije su kod belog grožđa pigmenti žute boje, kod crnog grožđa to su antocijanini. Sadržaj tanina je mnogi veći u crvenim vinima.

Pulpa je središnji „mesnati“ deo bobice od koje nakon muljanja i ceđenja grožđa nastaje šira. Pulpa je uglavnom žutozelenkaste boje, bez obzira na boju pokožice. Pulpa sadrži vodu, šećere, voćne kiseline, proteine i mineralne materije.

Semenke grožđa su veoma bogate fenolnim jedinjenjima, pre svega taninima. Za razliku od peteljke, semenke se tokom prerade ne odvajaju. Tanini iz semenki su odgovorni za kvalitet i senzorska svojstva vina, pre svega crvenih vina.

Semenke se ne smeju lomiti niti ošteti tokom prerade, jer bi se u tom slučaju dobila vina sa prekomernom količinom tanina. Bela vina sadrže znatno manje tanina nego crvena.

1.2. SORTE GROŽĐA I KVALITET VINA

Kvalitet grožđa je jedan od faktora koji ima veliki uticaj na kvalitet vina.

Vinske sorte grožđa dele se na sorte za proizvodnju belih vina i sorte za proizvodnju crvenih (crnih) vina. I u jednoj i u drugoj grupi postoje sorte namenjene za proizvodnju vrhunskih vina, sorte za proizvodnju kvalitetnih vina, sorte za proizvodnju stonih vina, sorte za proizvodnju dezertnih vina i sorte za proizvodnju vinskog destilata.

Sorte grožđa namenjenog za proizvodnju vrhunskih vina odlikuje sposobnost nakupljanja velike količine šećera, bojenih i taninskih materija i specifičan miris i ukus. Kod kvalitetnih vinskih sorti udeo bobica iznosi 95-97%, a ostalo je peteljka. Bobica se dalje sastoji od mesa grožđa (84-87%), pokožice (10-12%) i semenke (2-4%). Sadržaj šećera u ovim sortama grožđa iznosi od 20 do 25%, dok je sadržaj kiselina koje su takođe bitne za kvalitet vina od 6 do 8 g/l.

Sorte za proizvodnju kvalitetnih vina slične su sortama za proizvodnju vrhunskih vina, osim što nemaju tako veliku sposobnost nakupljanja mirisnih materija. Sadržaj šećera u njima je do 20%, a kiselina ispod 8 g/l.

Sorte za proizvodnju stonih vina nemaju veliku sposobnost nakupljanja šećera (oko 18%). Stono vino je slabijeg kvaliteta i siromašno je aromatičnim materijama. Kratko rečeno, to je vino za brzu potrošnju, bez potencijala za starenje.

Od šećera, u grožđu su zastupljeni glukoza, fruktoza i saharoza, a od polisaharida pektini. Nezrelo grožđe ima veći sadržaj glukoze, dok u zreloj grožđi ima više slatkog voćnog šećera fruktoze. Sa zrenjem grožđa, sadržaj šećera se povećava, a sadržaj kiselina smanjuje. Pektinske materije se nalaze u zidovima biljnih ćelija, tako da ih u širi ima malo. Za vreme alkoholne fermentacije, pektin se razlaže na kiseline i metil-alkohol. Vina koja fermentišu u kljuku (crvena vina) imaju veće količine metil-alkohola, jer se pektinske materije nalaze u čvrstim delovima grožđa. Prema tome, količina metil-alkohola u crvenom vinu veća je nego u belom.

Za kvalitet vina značajne su i kiseline. U vinu su dominantne vinska i jabučna kiselina koje mu daju prijatan miris i ukus. Kiseline, takođe, čuvaju vino od kvarenja.

Vrhunske sorte grožđa za bela vina su: rajnski rizling (*Riesling*), traminac, šardone (*Chardonnay*), sovinjon blank (*Sauvignon blanc*), semijon (*Semillon*), burgundac beli (*Pinot blanc*), burgundac sivi (*Pinot gris*), muskat otonel (*Muscat otonel*), muskat beli (tamjanika) i dr. Sorte za proizvodnju vrhunskih crvenih vina su burgundac crni (*Pinot noir*), kaberne sovinjon (*Cabernet sauvignon*), kaberne frank (*Cabernet franc*), merlo (*Merlot*) i dr.

Sorte grožđa za stona bela vina su smederevka, banatski rizling i slična, a za crna stona vina su prokupac, plavac mali, ružica i dr. Vina mogu biti pravljena od samo jedne sorte grožđa, od jedne dominantne i nekih dodatih sorti grožđa i od više sorti koje su izmešane u jednakoj količini.

1.3. VRSTE VINA

Prema važećim podzakonskim aktima, vino se razvrstava na:

- obično vino („In stricto sensu“);
- specijalno vino;
- aromatizovano vino i
- vino za destilaciju.

Obično vino je vino dobijeno od svežeg grožđa dozvoljenim postupcima tretiranja grožđa, kljuka ili šire.

U zavisnosti od kvaliteta, vino se stavlja u promet pod nazivom:

- stono vino;
- stono vino sa geografskim poreklom;
- kvalitetno vino sa geografskim poreklom;
- vrhunsko vino sa geografskim poreklom.

Stono vino je vino proizvedeno od grožđa jedne ili više sorti vinove loze bez određenog geografskog porekla, dok je *stono vino sa geografskim poreklom* vino koje se proizvodi od jedne ili više sorti grožđa koje potiču iz jednog rejona ili najviše dva susedna rejona,

Kvalitetno vino sa geografskim poreklom je vino proizvedeno od grožđa jedne ili više sorti vinove loze koje potiču iz jednog podrejana ili najviše dva susedna podrejana.

Vrhunsko vino sa geografskim poreklom je vino proizvedeno od grožđa jedne ili više sorti vinove loze sa naročito izraženim karakteristikama za sortu, ili sorte u okviru jednog vinogorja ili najviše dva susedna vinogorja.

Prema boji, vino se razvrstava na:

- belo vino – proizvedeno od belih sorti grožđa;
- ružičasto vino (ružica, roze) - proizvedeno pretežno od grožđa crvenih i crnih sorti grožđa i
- crno (crveno) vino - proizvedeno od crnih sorti grožđa.

Vina sadrže do 15% vol alkohola. Procenat alkohola nešto je veći u crvenim vinima nego u belim.

Prema količini šećera koji nije fermentisan, vina se dele na:

- suva vina - sadrže do 4 g/l nefermentisanog šećera;
- polusuva vina - sadrže 4 - 12 g/l nefermentisanog šećera;
- poluslatka vina - sadrže 12 - 50 g/l nefermentisanog šećera i
- slatka vina - sadrže više od 50 g/l nefermentisanog šećera.

1.4. OSNOVNE FAZE U PROIZVODNJI VINA

Vino se dobija potpunim ili nepotpunim alkoholnim vrenjem šire ili kljuka dobijenih od svežeg grožđa.

Kljuk je smeša koja se dobija gnječenjem zrna grožđa, a **šira** je tečan proizvod koji se dobija uklanjanjem pokožice iz kljuka, odnosno ceđenjem kljuka (sadrži samo meso bobica). **Komina** je ostatak koji se dobija posle ceđenja fermentisanog ili nefermentisanog grožđa ili voća.

Vrenje izazivaju vinski kvasci, a specifičan ukus i miris potiče od materija koje nisu fermentisale, kao i od sporednih materija koje nastaju fermentacijom.

Vina se proizvode u vinskom podrumu ili vinariji i taj proces je isti za bela i crvena vina, s tom razlikom što se za proizvodnju crnih vina fermentiše kljuk, a za proizvodnju belih vina šira.

Osnovna razlika u proizvodnji belih, crvenih i roze vina jeste u ekstrakciji obojenih materija. Šira je uglavnom žutozelenkaste boje, dok se boja crvenih vina dobija ekstrakcijom fenolnih jedinjenja, pre svega antocijanina iz pokožice. Pošto je pulpa kod većine sorti crnog grožđa iste boje kao i kod belog, belo vino se može proizvoditi i od crnog grožđa. Roze vino proizvodi se kratkotrajnom maceracijom čvrstih delova u trajanju od 12 do 18 sati. Za tako kratko vreme maceracije, ekstrahuje se mala količina fenolnih jedinjenja, antocijanina, a rezultat toga su laka vina svetloružičaste ili ružičaste boje. Prva faza u proizvodnji vina jeste dobijanje i priprema smeše za vrenje.

1.5. PROIZVODNJA BELIH VINA

Osnovne faze u proizvodnji belih vina su:

- muljanje grožđa i odvajanje peteljke;
- ceđenje (presovanje);
- postupak sa širom (sumporisanje i bistrenje);
- alkoholna fermentacija;
- nega vina i
- bistrenje i stabilizacija vina.

1.5.1. Muljanje grožđa

Muljanje grožđa obavlja se neposredno nakon pristizanja grožđa u vinariju. Osnovni cilj muljanja jeste da se gnječenjem grožđa dobije groždani sok iz bobice, kako bi bio dostupan kvascima pod čijim dejstvom se odvija alkoholna fermentacija. Peteljke se pri muljanju ne smeju oštetiti. One se u industrijskim pogonima odstranjuju mašinski, jer sadrže veliku količinu polifenolnih jedinjenja koja kada se nađu u vinu mogu da ga učine suviše oporim. Intenzitet muljanja treba da bude takav da ne dovede do cepanja pokožice i drobljenja semenki. Potrebno je samo da se bobica zgnječi i pukne toliko da sok iz nje nesmetano iscuri. Za muljanje se najčešće koriste muljače sa valjcima od plastike ili nerđajućeg čelika. Ovako dobijeni kljuk se prenosi u sudove za ceđenje. Ako se od crnih sorti grožđa želi da proizvede belo vino, potrebno je odmah odvojiti širu od kljuka. Naime, neophodno je da se muljanje podesi tako da se pokožica ne cepa i da se sa presovanjem kljuka prestane kad počne da otiče obojena šira.

1.5.2. Ceđenje kljuka

Za razliku od proizvodnje crvenih vina, u slučaju proizvodnje belih vina, ceđenje se primenjuje pre fermentacije. Ceđenje se vrši radi dobijanja groždanog soka - šire koja u sledećoj fazi fermentiše. Ceđenje treba da se odvija na način da se spreči drobljenje semenke. Oceđivanje i ceđenje kljuka su dve faze u dobijanju šire iz kljuka. Prva faza - oceđivanje odvija se pod slabim pritiskom ili bez njega. Oceđivanjem se dobija najkvalitetnije vino, odnosno najkvalitetnija frakcija šire koja se naziva samotok. To je šira iz središnjeg dela bobice i ona je najboljeg kvaliteta. Druga faza - ceđenje odvija se pod jakim pritiskom, s ciljem da se iz oceđenog kljuka izvuče što više ostataka šire. Za tu svrhu služe cediljke raznih sistema i tipova.

1.5.3. Postupak sa širom (sumporisanje i bistrenje)

Pre faze bistrjenja, širu je potrebno sumporisati. Za to se koristi vinobran (sulfiti) u količini od 5 do 10 g/l. Sumporisanje se sprovodi sa ciljem da se spreči razvoj nepoželjnih kvasaca, plesni i bakterija. Međutim, sumpor ima i svoje mane. Naime, on izaziva rđanje sudova i opreme, a to može dovesti do zamućenja vina. Osim toga, ukoliko se pretera sa dodatkom vinobrana, vina mogu izazvati glavobolju. Zato je zakonom precizno utvrđena količina sumpora koji se dodaje u proizvodnji vina.

Nakon ceđenja i sumporisanja šire, a pre vrenja, širu je potrebno izbistriti kako bi dobijeno vino imalo kvalitetniji miris i ukus i kako bi bilo čistije i stabilnije. Bistrenjem šire iz nje treba da se odstrane delove grožđa, čestice zemlje, sluzava materija (mutež) i nepoželjna mikroflora. Bistrenje se vrši prirodnim taloženjem u trajanju od 12 sati, pri temperaturi od 8 do 12 °C. Savremeni tehnološki postupci koriste bentonit i druga sredstva kojima se bistrenje (taloženje) ubrzava, tako što se materije koje izazivaju mutnoću vezuju na površinu bentonita. Nakon bistrjenja, vrši se pretakanje, uz odvajanje taloga. U savremenim podrumima, umesto da se prečišćava taloženjem, šira se centrifugira. Tako se mnogo efikasnije uklanja mutež i nepoželjna mikroflora.

1.5.4. Alkoholna fermentacija (vrenje)

U modernim uslovima proizvodnje vina, previranje (fermentacija) šire vrši se upotrebom starter kultura. Starter kulture su kulture selekcionisanih kvasaca koji se odlikuju otpornošću na visoke koncentracije alkohola i sumpornih jedinjenja i koje dovode do stvaranja vina sa visokim sadržajem alkohola.

Tokom procesa alkoholne fermentacije odigravaju se složene biohemijske promene koje rezultuju razlaganjem šećera i stvaranjem etil alkohola i ugljen-dioksida, uz oslobađanje toplote. Pored ovih osnovnih proizvoda fermentacije, nastaju i drugi - tzv. sporedni proizvodi koji su sporedni samo zato što nastaju u manjim količinama, ali nisu ništa manje bitni za stvaranju krajnjih senzorskih karakteristika vina.

Fermentacija se odvija u specijalnim sudovima koji su napunjeni do 70 ili 80% zapremine, kako bi se ostavilo mesto za stvorenu penu.

Bez obzira na vrstu supstrata, kvasci tokom života i alkoholnog vrenja prolaze kroz četiri faze. To su: faza razmnožavanja, faza intenzivnog vrenja, faza gladovanja, faza izumiranja i samorazlaganja. Sve ove faze karakteristične su i za proces alkoholnog vrenja pri proizvodnji piva.

1. *Faza razmnožavanja* karakteriše se ubrzanim razmnožavanjem zasejanih i odabranih kultura kvasaca. Supstrat u početku sadrži malu količinu kiseonika koja je neophodna za razmnožavanje kvasaca, kao i veliku količinu ugljenih hidrata (hranljivih materija). U ovoj fazi ne dolazi do stvaranja alkohola već se hranljive materije koriste za izgradnju ćelijskih komponenti.
2. *Faza intenzivnog vrenja* je faza koja nastaje usled toga što je utrošen sav kiseonik. Pošto u ovoj fazi kvasac ne može da dobije energiju iz šećera potpunim sagorevanjem, on prelazi na anaeroban način dobijanja energije i počinje da stvara alkohol. Tokom ove faze, dolazi do intenzivne fermentacije šećera i nastanka alkohola, a ćelije kvasaca na taj način obezbeđuju energiju za nastavak razmnožavanja. Ova faza dovodi do toga da količina šećera brzo opada, a količina stvorenog alkohola brzo raste. U trenutku kada nestane šećera u supstratu, ugljen-dioksid počinje da izlazi iz smeše. Ova faza može trajati od 4 do 7 dana i više.
3. *Faza gladovanja* je faza koja nastupa kao posledica nedostatka šećera u vinu. Pošto ćelije kvasaca više nemaju materija za ishranu, počinju da troše sopstvene zalihe koje su nakupili tokom prve i druge faze i na kraju se smežuravaju i talože. Ako bi se kvasci prebacili u svež supstrat, smežurane ćelije kvasca bi lako oživele i nastavile sa razmnožavanjem. Ali, ako gladovanje potraje duže, dolazi do četvrte faze – faze izumiranja.

4. *Faza izumiranja i samorazlaganja* je faza koja nastaje pošto je sav šećer odavno potrošen. Čelije kvasca su tada smežurane i raspadaju se, a iz njih izlaze ćelijski enzimi koji izazivaju razlaganje ćelijskog materijala. Među tim raspadnutim materijama koje potiču od kvasaca nalaze se i belančevine i minerali i drugi sastojci koji prelaze u vino.

Na pravilnost alkoholne fermentacije utiče veliki broj faktora. Najvažniji su: temperatura, kiseonik, šećer, alkohol i ugljen-dioksid.

Temperatura. Optimalna temperatura za razvoj vinskih kvasaca je između 22 i 27 °C. Pri temperaturi višoj od 30 °C, aktivnost vinskog kvasca se smanjuje, a pri temperaturi od 38 do 42 °C potpuno prestaje. Pošto se toplota šire za vreme vrenja povećava, početna toplota šire ne sme biti veća od 20 °C, ali ni manja od 15 °C. Za vreme vrenja potrebno je kontrolisati temperaturu šire i ne dopustiti da pređe 30 °C, niti da padne ispod 20 °C. U protivnom mora se rashlađivati, odnosno zagrevati.

Kiseonik. Veće prisustvo kiseonika u širi omogućava brže razmnožavanje kvasaca, čime se pojačava njihova aktivnost. Zbog toga se šira provetrava. To se obično čini pre početka fermentacije i u slučaju da se dogodi prekid vrenja. Međutim, potrebe kvasaca za kiseonikom uglavnom se podmiruju količinom kiseonika koja se rastvori u širi u toku uobičajenih postupka manipulacije.

Šećer. Kada je količina šećera u širi između 12 i 25%, vrenje teče uobičajeno. Količine šećera više od 25% usporavaju vrenje, pošto se zbog promenjenih uslova sredine aktivnost kvasaca smanjuje.

Alkohol. Gljivice vinskog kvasca sposobne su da od šećera u širi proizvedu najviše 18% alkohola. U situacijama povećane koncentracije alkohola, razmnožavanje kvasaca može se u potpunosti zaustaviti. Ta pojava koristi se za dobijanje slatkih vina. To se čini tako što se dodavanjem čistog alkohola zaustavi fermentacija i u vinu ostaje šećer koji nije fermentisao.

Ugljen-dioksid deluje na vrenje šire svojim pritiskom. Kod pritiska od 7 do 8 atmosfera fermentacija prestaje. Na taj način se ugljen-dioksid u većoj koncentraciji koristi za konzervisanje šire i voćnih sokova.

Nakon završene alkoholne fermentacije kvasac se taloži, a mlado vino otače sa taloga.

1.6. PROIZVODNJA CRVENIH VINA

Osnovne faze u proizvodnji crvenih vina donekle se razlikuju od onih u proizvodnji belih vina, ali je princip proizvodnje belih i crvenih vina veoma sličan.

Osnovne faze u proizvodnji crvenih vina su:

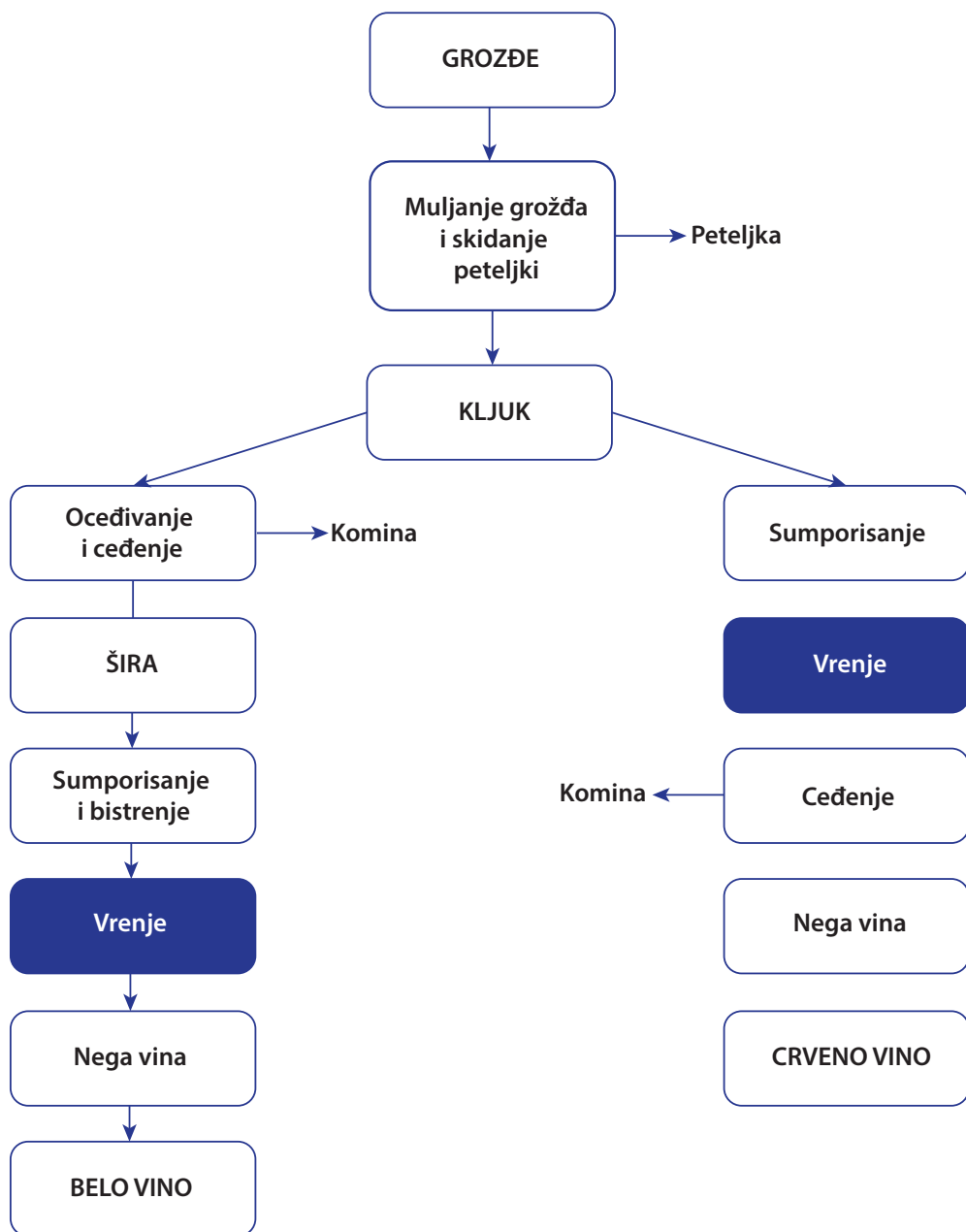
- muljanje grožđa i odvajanje peteljke;
- sumporisanje;
- alkoholna fermentacija;
- ekstrakcija;
- otakanje i ceđenje;
- nega vina i
- bistrenje i stabilizacija vina.

Dakle, osnovna razlika između procesa proizvodnje belog i crvenog vina je u tome što se u proizvodnji crnih vina, vrenju podvrgava kljuk, a u proizvodnji belih vina, vrenju se podvrgava šira. U skladu s tim, kod proizvodnje crvenih vina, otakanje i ceđenje vrši se nakon alkoholne fermentacije kljuka, dok u proizvodnji belih vina, otakanje i ceđenje prethode fermentaciji šire.

Nakon muljanja i odvajanja peteljke, dobijeni kljuk se prenosi u sudove za sumporisanje i fermentaciju.

Tradicionalni način proizvodnje crvenih vina podrazumeva da se uz proces fermentacije paralelno odvija proces maceracije, odnosno ekstrakcije taninskih i bojenih materija u otvorenim sudovima. Iz kljuka se ekstrahuju antocijanini pokožice koji utiču na boju crvenog vina. Maceracija može trajati od dva dana do oko mesec dana. Kratkotrajna maceracija omogućava ekstrakciju fenolnih jedinjenja samo iz pokožice. Dužom maceracijom ekstrahuju se tanini koji su teže dostupni, pošto ih najviše ima u semenkama grožđa. Proizvodnja vina namenjenih dugoročnom čuvanju podrazumeva i dugotrajnu maceraciju. Time se vino obogaćuje fenolnim jedinjenjima i dobija tzv. „potencijal za starenje“. Oceđivanjem fermentisanog kljuka dobija se mlado crveno vino - samotok.

Osnovne faze u proizvodnji belog i crvenog vina prikazane su na *slici* 21.

Slika 21. Osnovne faze u proizvodnji belog i crvenog vina

1.7. PROIZVODNJA RUŽIČASTIH VINA

Prema senzorskim karakteristikama, ali i prema tehnologiji proizvodnje, **ružičasta vina** (rose) nalaze se između belih i crvenih vina. Proizvode se uglavnom od crnih sorti grožđa. Zakonski propisi kojima je regulisan proces proizvodnje i kvalitet vina ne dopuštaju da se ružičasta vina proizvode mešanjem belih i crvenih sorti grožđa.

Postupak proizvodnje ružičastih vina može da se oslanja na postupak proizvodnje belih vina, ili na postupak proizvodnje crvenih vina.

Korekcija postupka proizvodnje belih vina u cilju dobijanja ružičastih vina ogleda se u tome što se sumporiše kljuk, a ne šira. Dakle, nakon muljanja, kljuk se sumporiše, zatim se kljuk podvrgava ceđenju, a nakon toga sledi fermentacija ceđenjem dobijene šire.

Postupak proizvodnje rose vina osloncem na tehnologiju proizvodnje crvenih vina odvija se tako što se kljuk crnog grožđa sumporiše (isto kao i kod proizvodnje crvenih vina), ali se ostavi 24 sata na niskoj temperaturi, kako bi se izvršila predfermentaciona maceracija, odnosno ekstrakcija antocijanina i tanina, pre svega iz pokožice. Nakon toga sledi alkoholna fermentacija, a po njenom završetku vrši se otakanje.

Moguće je, takođe, da se ružičasto vino proizvede tako što se nakon muljanja grožđa, jedan deo šire odvoji, dok se preostali kljuk podvrgava maceraciji i ceđenju. U ovom slučaju, ceđenjem kljuka obija se nešto intenzivnije obojeno vino koje sadrži više tanina, a ukus mu se može korigovati belim vinom koje je dobijeno od šire odvojene nakon muljanja.

1.8. SAZREVANJE I STARENJE VINA

Mlado vino je mutno, nema izražen buke, ima značajne količine ugljen-dioksida i miris na kvasac. Proces sazrevanja i starenja podrazumeva brojne hemijske i fizičko-hemijske promene koje omogućavaju formiranje bukea. Buke vina predstavlja kompleksnu mešavinu mirisnih sastojaka koji se razvijaju u toku starenja, a delom potiče i od aromatičnih sastojaka nastalih u toku fermentacije. Odležavanjem, stona vina ne dobijaju buke već im se samo poboljšava aroma. Samo kvalitetna i vrhunska vina dužim odležavanjem dobijaju prefinjen buke.

1.9. PRETAKANJA I NEGA VINA

Proces negovanja vina podrazumeva dolivanje sudova, pretakanje i sumporisanje.

Kada se završi fermentacija, sudovi se dolivaju da bi se nadoknadila tečnost koja je isparila. To se čini jednom nedeljno do prvog pretakanja. Prazan prostor nastao isparavanjem je mesto gde vino dolazi u kontakt sa vazduhom, čime se stvaraju povoljni uslovi za oksidaciju vina i razmnožavanje aerobnih mikroorganizama, što može u određenoj meri da umanjuje kvalitet vina. Za dolivanje može da koristi samo vino iste vrste i istog ili sličnog kvaliteta.

U prvoj godini pretakanje se vrši dva do tri puta; u drugoj godini dva puta, a tokom treće godine samo jednom. Najvažnije je prvo pretakanje, jer se njime otklanja talog koji je formiran u vinu po završetku procesa fermentacije. Ukoliko se prvo pretakanje ne bi uradilo na vreme, moglo bi doći do raspadanja kvasaca, što bi za posledicu imalo formiranje neprijatnog mirisa i ukusa. Pretakanje se obično vrši bez kontakta sa vazduhom (zatvoreno pretakanje), kako se ne bi gubile isparljive materije i kako se ne bi dala šansa za razvijanje aerobnih bakterija. Da bi se vino zaštitilo od prekomerne oksidacije, potrebno ga je prilikom svakog pretakanja dosumporisati. Posle pretakanja novo vino je zamućeno, zato što u njemu ima dosta ćelija kvasca, primesa gvožđa i kristala vinskog kamenca. Ukus pretočenog vina je rezak, jer sadrži i dosta rastvorenog ugljen-dioksida. Zbog svega toga dobro je da vino odleži, što može trajati i nekoliko godina. Pretakanjem i odležavanjem, dolazi do izbistravanja vina.

1.10. PRIPREMA VINA ZA FLAŠIRANJE

Vino koje se stavlja u promet mora da bude bistro. Bistrenje je sastavni deo postupka negovanja vina. Bistrenje može da se odvija spontano i da se na taj način dobije vino zadovoljavajuće bistrine i kvaliteta, ali su za to neophodne 3 do 4 godine. Naravno, moderna industrija alkohola ne podržava takav spor proces negovanja vina. Da bi se vreme bistrenja skratilo, koriste se određene supstance koje ubrzavaju bistrenje tako što rastvaraju talog. Važno je imati na umu da, ukoliko se preporučene količine prekorače, one mogu biti i štetne po zdravlje.

Kao sredstva za bistrenje vina upotrebljavaju se proteinske supstance (želatin i tanin), bentonit ili kalijum ferocijanid, a ponekad i kaolin i silicijumova kiselina. Proteini (želatin) se nakon ubacivanja u vino rastvore i, ako u vinu ima tanina, oni (proteini) pritom na svojoj površini vežu razne materije koje stvaraju zamućenje u vinu. Želatin i tanin se koriste zajedno zato što želatin vezuje teške metale iz vina, a tanin dovodi do taloženja želatina. Pošto se tanin uglavnom nalazi u crvenim vinima, za njihovo bistrenje se češće koriste proteinska sredstva, dok se za bistrenje belih vina češće koristi bentonit. Kalijum ferocijanid se koristi za takozvano plavo bistrenje koje se pre svega primenjuje kod vina koje je fermentisalo u metalnim posudama. Tokom fermentacije u metalnim sudovima, vino preuzima metalne jone (gvožđe, bakar i cink) iz zida sudova, pa je neophodno da se oni (joni) istalože, radi čega se primenjuje postupak plavog bistrenja. U ovom slučaju (kada se kao sredstvo za bistrenje koristi kalijum ferocijanid), bistrenje je hemijski proces. Druga sredstva za bistrenje reaguju tako što apsorbuju materije iz vina. Kada se radi o primeni kalijum ferocijanidu, neophodno je striktno se pridržavati preporučenih količina, jer on tokom stajanja oslobađa cijanovodonik - otrovan gas.

Filtracija vina jedna je od osnovnih radnji u postupku pripreme vina za flaširanje. Filtracijom se iz vina uklanjaju čestice mutnoće. U tu svrhu koriste se specifični filteri koji na svojoj površini zadržavaju čestice - uzročnike zamućenja.

1.11. FLAŠIRANJE VINA

Flaširanje vina izvodi se hladnim i toplim postupkom.

Hladni postupak sastoji se od sterilne filtracije vina pre nego što ono dospe u flašu, korišćenjem specifičnih filtera. Hladni postupak flaširanja moguć je i efikasan samo ukoliko su ispunjeni svi higijenski uslovi opreme, alata i prostora u kojem se flaširanje vrši.

Toplo flaširanje podrazumeva zagrevanje vina do temperature od 50 do 54 °C, nakon čega se toplo vino puni u flaše.

Vino namenjeno prodaji najčešće se uliva u staklenu ambalažu koja najmanje utiče na karakteristike vina. Naravno, važno je da vino bude potpuno stabilno, kako ne bi došlo do stvaranja taloga (nastavak taloženja). Boce se čuvaju u podrumima sa nižom temperaturom i ustaljenom vlagom od 60-70%. Flaše treba da budu postavljene u horizontalni položaj da bi zatvarač bio natopljen vinom, kako u bocu ne bi prodirao vazduh. Sunčeva svetlost može da izazove stvaranje taloga i da nepovoljno utiče na buke i aromu vina. Boce koje se čuvaju više godina moraju se bar jednom godišnje kontrolisati, kako bi se proverilo da li je došlo do stvaranja taloga. Inače, kvalitetna vina mogu stajati i 10 do 15 godina.

1.12. SPECIJALNA VINA

Specijalna vina su vina koja potiču od svežeg grožđa, šire ili vina, a koja su, u toku proizvodnje ili posle nje, podvrgnuta određenim procesima i čije karakteristike potiču ne samo od karakteristika grožđa, nego i od korišćenog postupka proizvodnje.

Specijalna vina se stavljaju u promet pod nazivom:

- prirodno slatko vino;
- likersko vino;
- šeri vino;
- penušavo vino;
- polupenušavo vino;
- gazirano-biser vino i
- mistela.

Prirodno slatko vino se proizvodi od prezrelog ili osušenog grožđa (suvarka) koje sadrži veći procenat šećera, ili od grožđa koje sadrži plemenite plesni. Uslovi za prezrevanje grožđa postoje samo u toplijim krajevima. Prirodna slatka vina su jaka, slatka i „puna“ vina, specifične arome i ukusa. Primer takvog vina je dalmatinsko vino – prošek.

Likersko vino se proizvodi po posebnom tehnološkom postupku, tako što se pre, u toku ili posle fermentacije doda određena količina vinskog destilata, rafinisanog alkohola, odnosno koncentrovane šire, prezrelog grožđa i mistele. Primer likerskog vina je malaga iz Španije i samos iz Grčke.

Šeri vino se proizvodi tako što se posle alkoholne fermentacije podvrgava biološkom starenju u prisustvu vazduha. Biološko starenje se postiže razvojem navlake kvasaca na slobodnoj površini vina. U šeri vino može se dodati vinski destilat etil-alkohol biljnog porekla. Kada se doda alkohol, on zaustavlja dalju fermentaciju šećera i na taj način vino ostaje slatko. Zaostali (nefermentisan) šećer i dodati alkohol čine da ovo vino, u poređenju sa običnim vinom, ima i viši sadržaj šećera i viši sadržaj alkohola. Nivo alkohola u šeri vinu iznosi od 15 do 22% vol.

Penušavo vino sadrži ugljen-dioksid koji je prirodno nastao tokom procesa fermentacije, a zadržao se u vinu zahvaljujući posebnoj tehnologiji proizvodnje. Penušava vina u boci se nalaze pod pritiskom, a u čaši penušaju.

Šampanjac je dobio naziv po francuskoj oblasti Šampanj iz koje potiče i to ime je zaštićeno. To znači da vina sličnih karakteristika koja se proizvede u drugim oblastima sveta moraju da nose drugi naziv. Proizvodnja šampanjca se izvodi u dve faze. Prva faza je sama proizvodnja odgovarajućeg vina, a druga faza je njegova šampanizacija. Za proizvodnju šampanjca koristi se belo vino jačine 11 do 12% vol alkohola, sa određenom količinom šećera, tanina i organskih kiselina. Šampanizacija se može izvesti u bocama ili u metalnim sudovima, što je mnogo racionalnije. Šampanizacija u bocama koju je uveo Don Perinjon izvodi se tako što se u boce sa belim vinom doda šećerni sirup i starter kultura. Da bi se nakon fermentacije dobio željeni pritisak ugljen-dioksida, količina šećernog sirupa treba da bude 25 g/l. Boce sa šampanjcem čuvaju se tri godine položene u horizontali položaj, pri temperaturi od 10 do 12 °C. Zatim se prevrću naopako (grlićem nadole) i u tom položaju ostaju najmanje mesec dana. Nakon tog vremena, boce se uranjaju u led kako bi se talog nakupljen u grliću boce zamrzao. Zamrznuti talog se pažljivo izvadi i u bocu se doda malo likera i vinjaka koji daju specifičnu aromu ovom piću. Šampanizacija u metalnim sudovima vrši se na isti način samo što se proces odvija u velikim sudovima koji imaju poklopac za kontrolu pritiska i temperature.

Polupenušava vina (asti i sumante), kao i penušava, sadrže ugljen-dioksid koji je prirodno nastao tokom procesa fermentacije. Od penušavih vina se razlikuju po tome što je pritisak u bocama dvostruko niži, zato što se u procesu njihove proizvodnje dodaje manje šećera, pa je i količina stvorenog ugljen-dioksida manja.

Gazirana-biser vina su vina u kojima se prilikom otvaranja boce obrazuje pena usled oslobađanja ugljen-dioksida. Međutim, ugljen-dioksid u ovom vinu nije nastao fermentacijom šećera, već je spolja dodat. Prema tome, gazirana-biser vina dobijaju se običnim gaziranjem vina. Na primer, domaće vino, fruškogorski biser je gazirano vino, a ne šampanjsko.

Mistela je proizvod dobijen od nefermentisane šire, dodavanjem vinskog destilata ili etil-alkohola biljnog porekla, radi sprečavanja alkoholne fermentacije.

Penušava vina mogu biti bela, roze i crvena. U zavisnosti od sadržaja neprevrelog šećera, penušava vina, polupenušava vina i gazirana-biser vina mogu biti: ekstrasuva, suva, polusuva, poluslatka i slatka.

- ekstrasuvo vino sadrži najviše 12 g/l nefermentisanog šećera;
- suvo vino sadrži najmanje 12 g/l, a najviše 20 g/l nefermentisanog šećera;
- polusuvo vino sadrži najmanje 20 g/l, a najviše 35 g/l nefermentisanog šećera;
- poluslatko od 35 do 50 g/l nefermentisanog šećera i
- slatko vino sadrži više od 50 g/l nefermentisanog šećera.

1.13. AROMATIZOVANA VINA

Aromatizovano vino je proizvod od vina koji se dobija posebnim tehnološkim postupkom, uz dodavanje vinskog destilata etil-alkohola biljnog porekla, mirisnih i gorkih biljnih delova i ekstrakata biljnog porekla. Sadržaj alkohola u aromatizovanim vinima je od 15 do 22%.

Poznato piće tipa aromatizovanog vina je Vermut. Naziv vermut potiče od naziva jednog od osnovnih sastojaka tog pića, a to je pelin. Naime, nemačka reč vermut prevedena na srpski jezik znači pelin.

Najpoznatije domaće aromatizovano vino je bermet.

1.14. VINO ZA DESTILACIJU

Vino za destilaciju je vino koje se pravi od određenih sorti grožđa i koristi se za proizvodnju jakih alkoholnih pića.

1.15. SLUŽENJE VINA

Bela vina se služe pri temperaturi od 8 do 12 °C; crvena pri temperaturi od 14 do 18 °C, a roze vina pri temperaturi od 12 do 15 °C. Penušava i slatka vina serviraju se pri temperaturama od 5 do 8 °C. Vino se uvek do gosta donosi temperirano. Bela vina se hlade u rashladnim uređajima, dok se crvena vina ne hlade već se čuvaju u prostorijama u kojima temperatura odgovara temperaturi usluživanja.

Osnova uparivanja vina i hrane je stvar balansa. To znači da sparivanjem treba da se stvori ukus koji će davati doživljaj bolji od onog koji se javlja prilikom konzumiranja hrane i vina odvojeno.

Za to postoje određena pravila. Na primer, nikada se ne uparuju slatka hrana i kisela vina, zato što bi slatkoća naglasila kiselost vina, te bi se stekao utisak da je vino preterano kiselo. Nivo kiselosti vina treba da bude veći ili jednak kiselosti hrane. Količina soli u hrani takođe ima uticaja na uparivanje hrane i vina. Srednje slana jela poboljšavaju ukus mnogim crvenim vinima. Međutim, kada u hrani ima previše soli, so naglašava gorčinu crvenih vina, pojačava percepciju alkohola i stvara gorak neprijatan ukus. Zato slaniju hranu treba uparivati sa vinima koja imaju manje tanina.

Vina koja se služe uz hladna predjela treba da bude laganija, sa manje alkohola i manje neferementisanog šećera (suva vina). Pravilo je da se prilikom konzumiranja vina počinje od suvih vina. U suprotnom, ako bi se suva vina konzumirala nakon slatkih, mogla bi stvoriti utisak naglašenog kiselog ukusa.

Belo vino obično se služi uz predjela – ribu, supe i čorbe. Crveno vino uglavnom se servira uz crveno meso i divljač. Pravilo je i da se crveno vino servira uz masnije meso. Ružičasto vino se služi uz sireve, a slatka vina idu uz kolače i slatkiše.

Prilikom jela od jednog sleda obično se servira oko 2-2,5 dl vina po osobi, što iznosi jednu flašu na tri osobe koje piju vino. Ukoliko se radi o ručku koji je sastavljen od predjela, čorbe i glavnog jela, količina vina može biti i pola litra po osobi, a za dugotrajna slavlja se servira i više vina. Čaše treba da budu prilagođene vrsti vina i najbolje je da nemaju nikakve šare, već da budu od ravnog i providnog stakla. Izuzetak su kristalne čaše u kojima se serviraju samo vrhunska vina.

2. PIVO

Na osnovu arheoloških nalaza, poznato je da su Egipćani pripremali pivo još 5.000 godina p.n.e. U osnovi procesa proizvodnje piva je alkoholna fermentacija. Osnovne sirovine za njegovu proizvodnju su: **ječam, hmelj, voda i kvasac**. Kvalitet ovih sirovina i poznavanje njihovih fizičko-hemijskih karakteristika, kao i njihovog uticaja na tehnološki proces, od velikog su značaja za proizvodnju kvalitetnog piva.

Pivo se dobija alkoholnim vrenjem zahmeljene pivske sladovine, primenom pivarskog kvasca. Osnovne karakteristike piva su: hmeljni ukus koji je blago i prijatno gorak, stabilna pena i mali sadržaj alkohola – u proseku oko 5%.

2.1. OSNOVNE SIROVINE U PROIZVODNJI PIVA

Ječam, odnosno ječmeni slad je jedna od osnovnih sirovina za proizvodnju piva. Ječmeni slad se dobija od ječma u procesu sladovanja. Za dobijanje slada koristi se ječam koji ima krupnija zrna i što tanju opnu (plevicu), a što više skroba (brašnat izgled na poprečnom preseku). Sladovanje je zapravo klijanje žita u kontrolisanim uslovima. Po završenom klijanju dobija se proizvod koji se zove zeleni slad koji se dalje suši. Ječmeni slad zapravo je proklijalo i osušeno seme pivskog ječma koje je bogato aktivnim hidrolitičkim enzimima.

Cilj proizvodnje sladovine jeste da se nerastvorene materije u sladu prevedu u rastvorljiv oblik - uglavnom u fermentišuće šećere, kako bi kvasci mogli da učestvuju u procesu alkoholne fermentacije. Umesto ječma, mogu se koristiti i nesladovana žita - obično kukuruz i kukuruzne krupice, ali njihova upotreba smanjuje kvalitet piva. Slad daje sastojke od kojeg zavisi ukus piva i koncentracija osnovnog ekstrakta piva.

Hmelj daje pivu specifičan gorak i aromatičan ukus i utiče na kvalitet i stabilizaciju njegove pene. Osim toga, hmelj ima konzervišuće dejstvo. Hmelj je višegodišnja biljka koja ima više podvrsta i sorti. S obzirom na aromu, razlikuju se pretežno aromatična i pretežno gorka sorta hmelja. Za proizvodnju piva obično se koriste obe sorte u određenom odnosu. Inače, hmelj se u proizvodnji piva dodaje u veoma malim količinama.

Voda čini oko 90% ukupnog sadržaja piva i učestvuje u biohemijskim procesima koji se odigravaju u toku njegove proizvodnje. Osim toga, u vodi je uvek prisutna određena količina raznih soli koje u znatnoj meri mogu da utiču na ukus finalnog proizvoda, kao što je, na primer, neprijatna gorčina. Istina, mineralne materije iz vode ne čine to direktno već indirektno, tako što utiču na enzimске reakcije od kojih zavise svojstva finalnog proizvoda. Voda koja se koristi za proizvodnju piva mora biti kvaliteta vode za pića (bez mirisa i ukusa, mikrobiološki i fizičko-hemijski ispravna).

Kvasac se dodaje u hladnu hmeljnu sladovinu da bi se, pod uticajem enzima koji se u njemu nalaze, pokrenuo proces alkoholne fermentacije – pretvaranje šećera u alkohol i ugljen-dioksid. Pivski kvasac (iz roda *Saccharomyces*) može biti „kvasac donjeg vrenja“, ili „kvasac gornjeg vrenja“. „Kvasac donjeg vrenja“ koristi se za proizvodnju laganijih piva sa manjim sadržajem alkohola, a „kvasac gornjeg vrenja“ za proizvodnju piva sa većim sadržajem alkohola. U proizvodnji piva uglavnom se koriste čiste kulture kvasaca, osim u slučaju proizvodnje na bazi spontane fermentacije.

2.2. TEHNOLOŠKI PROCES PROIZVODNJE PIVA

Celokupan tehnološki proces proizvodnje piva može se podeliti u dve faze. To su: 1) proizvodnja slada i 2) proizvodnja piva.

2.2.1. Proizvodnja slada

Proizvodnja slada obuhvata sledeće operacije:

- **Čišćenje i sortiranje ječma.** Tokom ove faze ječam se čisti, sortira, skladišti i transportuje.
- **Kvašenje i klijanje ječma.** Kvašenje ječma je potrebno kako bi se obezbedila dovoljna količina vode za klijanje semena (vlažnost obezbeđuje aktivnost klica za sintezu enzima). Kao posledica kvašenja, ječam bubri i pri temperaturi od 10 do 20 °C količina vlage se za 48 sati poveća gotovo tri puta. Nakon kvašenja, ječam se prebacuje u kljalište. Proces klijanja traje do sedam dana, pri temperaturi od 12 do 18 °C. Osnovna uloga klijanja jeste aktivacija enzima (pre svega onih koji razlažu skrob od kojeg nastaju šećeri). Na ovaj način dobija se zeleni slad. Dalje klijanje zelenog slada se zaustavlja sušenjem.

- **Sušenje slada.** Osnovni razlog sušenja zelenog slada je dobijanje aromatičnih i obojenih materija koje utiču na formiranje senzorskih osobina piva. Temperatura pri kojoj se ječam suši je veoma bitna i zavisi od vrste piva koje se proizvodi. Na primer, prilikom proizvodnje tamnih piva, temperatura sušenja prelazi 100 °C, dok se za proizvodnju svetlih piva, sušenje slada odvija pri temperaturi od oko 80 °C. Sušenje slada traje od 24 do 48 h, odnosno dok se ne postigne smanjenje vlage u semenu do željene vrednosti.
- **Poliranje.** U ovoj fazi osušeni slad se čisti od klica, polira i ostavlja u skladištu 21 dan.

2.2.2. Proizvodnja piva

Drugi deo tehnološkog procesa proizvodnje piva koji se nadovezuje na proizvodnje slada - proizvodnja piva u užem smislu obuhvata sledeće faze:

- pripremanje sladovine;
- fermentacija;
- odležavanje;
- filtracija i
- punjenje.

2.2.2.1. Pripremanje sladovine

Cilj proizvodnje sladovine jeste da se pod uticajem enzima nerastvorene materije u sladu prevedu u rastvorni oblik. Enzimi slada dovode do toga da se skrob pretvara u šećere, a ujedno se postiže i maksimalna ekstrakcija pivarskog slada. Pripremanje sladovine obuhvata niz operacija: mlevenje slada, komljenje, kuvanje komine, ceđenje sladovine, ohmeljavanje sladovine, ceđenje ohmeljene sladovine, hlađenje ohmeljene sladovine i bistenje sladovine.

Mlevenje slada predstavlja mehaničku pripremu slada za ekstrakciju. Cilj mlevenja (drobljenja) slada je ubrzavanje biohemijskih reakcija u toku ekstrakcije, odnosno stvaranje uslova za optimalno delovanje enzima. Drobljenje omogućava lakši ulazak vode u zrna koja ekstrahuje rastvorljive materije u sladu.

Komljenje i kuvanje komine je postupak ekstrakcije samlevenog slada vodom. Ova smesa vode i samlevenog slada naziva se komina. Komina se izlaže temperaturama optimalnim za delovanje enzima (od 50 do 60 °C) koji treba da razlože skrob na šećere koji će kasnije fermentisati. Formiranjem optimalnih uslova (temperature) za delovanje enzima, proces se usmerava tako da se dobije sladovina odgovarajućih karakteristika.

Ceđenje sladovine. Ošecćerena komina dobijena u prethodnoj fazi sastoji se iz tečne i čvrste komponente. Tečna komponenta - sladovina sadrži sve ekstrahovane i rastvorljive materije slada, a čvrsta komponenta sastoji se od nerastvorenih čestica zrna. Zato se sladovina cedi uz minimalan gubitak ekstrahovanih materija.

Ohmeljavanje sladovine. Kuvanje sladovine traje 90 do 120 minuta i pritom joj se dodaje određena količina hmelja. Na početku i na sredini kuvanja obično se dodaje gorki hmelj da bi se ekstrahovale gorke materije (smole). Na kraju kuvanja dodaje se porcija aromatičnog hmelja. Ako bi se on dodao na početku kuvanja, izgubila bi se željena aroma. U toku kuvanja sladovine sa hmeljom, gorke, aromatične i taninske materije hmelja prelaze u rastvor i daju sladovini karakterističan gorak ukus i poželjnu aromu, odnosno utiču na kvalitet piva. Istovremeno, one konzervišu sladovinu, što je i osnovni cilj ove faze proizvodnje piva. Kuvanjem se ujedno uništavaju svi enzimi u sladovini, čime se obezbeđuje njena hemijska stabilnost pre same alkoholne fermentacije. Za proizvodnju svetlog piva, dodaje za 20 do 30% više hmelja nego za proizvodnju tamnih piva, jer svetla piva treba da imaju izraženu hmeljnu gorčinu, dok aroma tamnih piva treba da bude manje izražena.

Ceđenje i hlađenje ohmeljene sladovine. Da bi se iz sladovine koja je kuvana sa hmeljom odvojili čvrsti delovi, ona se cedi, a zatim se postupno hladi. Sladovina za piva donjeg vrenja hladi se do temperature od 5 do 6 °C, a sladovina za piva gornjeg vrenja, do temperature od 15 do 16 °C.

Bistrenje sladovine vrši se kako bi se iz nje odvojio talog.

2.2.2.2. *Alkoholna fermentacija*

Alkoholna fermentacija je najvažnija faza u proizvodnji piva, jer od nje najviše zavisi kvalitet finalnog proizvoda. Proces alkoholne fermentacije započinje dodavanjem pivskog kvasca. U proizvodnji piva uglavnom se koriste kvasci donjeg vrenja koji su prilagođeni alkoholnom vrenju sladovine pri nižim temperaturama. Kvasci gornjeg vrenja upotrebljavaju se ređe, uglavnom za proizvodnju jakih ili specijalnih piva.

U glavnom vrenju koje traje oko 4 dana, pri temperaturi između 5 i 8 °C, veći deo šećera (80%) razlaže se do etil-alkohola i ugljen-dioksida. Nakon toga, fermentiše ostatak šećera, stvaraju se buketne materije, pivo se bistri i zasićuje ugljen-dioksidom.

U toku glavnog vrenja postoji više stanja: početno vrenje, stepen niske bele pene, stepen visoke smeđe pene, stepen loma pene i stepen zrelosti, odnosno stepen bistrenja piva. U početnom vrenju kvasac se intenzivno razmnožava i na površini sladovine se javlja pena. Stepenniske bele pene je faza intenzivnog vrenja koje se karakteriše pojavom bele pene po celoj površini sladovine koja na kraju ove faze postaje gušća i podseća na pavlaku. To se dešava zbog toga što se ugljen-dioksid ne rastvara u pivu već podiže penu i formira takozvanu nisku belu penu. Najintenzivnija alkoholna fermentacija odvija se u fazi visoke smeđe pene koja se karakteriše stvaranjem visokog sloja guste i kompaktne smeđe pene. Nakon ove faze, pena počinje da propada, intenzitet fermentacije se smanjuje, kvasac se taloži, a sa površine sladovine nestaje pena (faza loma pene). Poslednja faza glavne fermentacije je bistrenje. Tada dolazi do taloženja kvasca, odnosno bistrenje piva. Proizvod dobijen na kraju ove faze naziva se "mlado pivo". Ono sadrži još šećera koji mogu da fermentišu, ali i vitalnih ćelija kvasca koje nastavljaju alkoholno vrenje. Mlado pivo se ohladi do temperature od 3 °C i prebacuje u sudove za naknadno vrenje koje traje od 12 do 14 dana.

Naknadno vrenje odvija se pri temperaturi od -1 °C, u zatvorenim sudovima pod pritiskom. Za naknadno vrenje karakteristična je lagana fermentacija šećera. Biohemijski procesi koji se odvijaju tokom ove fermentacije istovetni su sa procesima u glavnoj fermentaciji, samo što se odvijaju znatno sporije. Brzina procesa se smanjuje usled nižih temperatura i manjeg broja ćelija kvasca. Tokom ove faze vrenja, formira se, odnosno poboljšava ukus i miris piva; pivo se bistri i zasićuje ugljen-dioksidom.

Posle naknadnog vrenja, pivo ostaje u sudovima za fermentisanje još oko 15 dana da bi odležalo. Tokom odležavanja, dolazi do hemijskih promena u pivu koje utiču na promenu mirisa i ukusa. Ipak, odležavanje ne treba da traje preko 30 dana. U suprotnom, dolazi do raspadanja zaostalih ćelija kvasca i pivo poprima neprijatnu aromu.

2.2.2.3. Sazrevanja – odležavanje piva

Dužina sazrevanje piva zavisi od vrste piva. Piva sa većim procentom alkohola imaju duži period sazrevanja. Sazrevanje podrazumeva niz hemijskih reakcija. Sazrevanjem se postiže taloženje kvasaca, smola hmelja i tamina, kao i isparavanje sumpor-vodonika i merkaptana. Formiraju se jedinjenja koja obogaćuju miris i ukus piva. U proseku, sazrevanje piva traje od 4 do 6 nedelja, pri temperaturi od 0 do 2 °C.

2.2.2.4. Filtracija piva

Nakon naknadne fermentacije, pivo uglavnom ima sve potrebne senzorske osobine karakteristične. Ipak, ono se još uvek ne puni u ambalažu, jer nema poželjan stepen bistrine. Da bi se odstranile čestice koje stvaraju mutnoću, pivo se filtrira. Filtrirano pivo odlazi u tankove pod pritiskom u kojima se zadržava 8 do 12 sati pre punjenja. Svrha tog zadržavanja je da se izbegne penušanje piva u toku pretakanja.

2.2.2.5. Punjenje piva

Pivo se puni u staklenu, limenu i PET ambalažu. Procenjuje se da se oko 70% piva puni u boce, 20% u limenke i oko 10% u burad. U većini slučajeva pivo se nakon punjenja pasterizuje pri temperaturi od 60 do 75 °C. Umesto pasterizacije, dozvoljeno je dodavanje određenih hemijskih jedinjenja koja služe kao konzervansi (kalijumsorbat i natrijumbenzoat).

2.3. SERVIRANJE PIVA

Pivo se servira rashlađeno pri temperaturi od 5-15 °C, u zavisnosti od doba godine (leti temperatura treba da je niža). Da ne bi došlo do zagrevanja piva, i čaša treba da bude rashlađena. Ako se pivo ohladi više od 5 °C, može doći do njegovog zamućenja, jer se smanjuje rastvorljivost belančevina. To zamućenje nije štetno i ono se gubi odmah nakon zagrevanja piva. Prilikom sipanja, normalna visina pene treba da iznosi 4 do 5 cm. Ako je čaša masna, pena se neće ni formirati. Ako se pena ne formira, a čaša je čista, to znači da je sadržaj ugljen-dioksida u pivu manji od potrebnog – bilo zato što je popustio zatvarač, bilo zbog nekakvog propusta tokom proizvodnje piva.

3. JAKA ALKOHOLNA PIĆA

Jaka alkoholna pića su sva pića namenjena ljudskoj upotrebi koja imaju specifične senzorske osobine i koncentraciju alkohola od najmanje 15% vol.

Jaka alkoholna pića proizvode se:

- alkoholnom fermentacijom i destilacijom kljuka, matičnog soka, komine ili pikea voća, grožđa, jestivih šumskih plodova i drugih sirovina poljoprivrednog porekla;
- maceracijom ili sličnom obradom biljnog materijala u etil alkoholu, destilatu poljoprivrednog porekla i/ili jakom alkoholnom piću;
- dodavanjem aroma, šećera ili drugih zaslađivača i drugih dodataka u etanol, destilat poljoprivrednog porekla i/ili jako alkoholno piće, ili
- mešanjem jakog alkoholnog pića sa jednim ili više drugih jakih alkoholnih pića, ili sa etil alkoholom poljoprivrednog porekla.

Alkoholnom fermentacijom i destilacijom proizvode se: Rum, Whisky ili *Whiskey*, rakija od žita, rakija od vina, *Brandy* ili *Weinbrand*, rakija od komine grožđa (komovica), rakija od komine voća, rakija od suvog grožđa (*Raisin brandy*), rakija od voća, rakija od jabukovog vina, rakija od kruškovog vina, rakija od meda, *Hefebrand* ili rakija od taloga, *Bierbrand* ili *eau de vie de biere*, *Topinambur* ili rakija od jerusalimske artičoke.

U našoj zemlji najveći značaj ima proizvodnja rakija od voća i rakija od grožđa.

3.1. RAKIJE OD VOĆA I GROŽĐA – OSNOVNE FAZE PROIZVODNJE

Proizvodnja rakije u našoj zemlji ima dugu tradiciju. Za proizvodnju rakija mogu se koristiti sve vrste voća koje sadrže šećer iz kojeg u toku alkoholne fermentacije nastaje etil-alkohol (etanol). Za proizvodnju voćnih rakija koriste se zdravi plodovi voća koji su zreli. Zrelost je izuzetno važna zbog prisustva mirisnih materija i dovoljne količine šećera od koje se stvara alkohol. Samo od kvalitetne sirovine, odnosno voća u punoj zrelosti moguće je dobiti kvalitetnu rakiju. Rakija se po pravilo može dobiti i od prezrelog voća, opalog i nedozrelog voća, ali je takva rakija slabijeg kvaliteta, pre svega u pogledu arome.

Najpogodnije domaće vrste voća za proizvodnju rakije su jabuke, kruške, šljive, trešnje, višnje, breskve i bobičasto voće (maline, ribizle i kupine). Od prevrelog kljuka grožđa proizvodi se rakija lozovača, a od komina grožđa koja zaostaje nakon proizvodnje vina proizvodi se rakija komovica.

Tehnološki postupak proizvodnje voćnih rakija obuhvata sledeće faze:

- pranje plodova;
- usitnjavanje ili muljanje;
- alkoholnu fermentaciju voćnog kljuka;
- destilaciju (pečenje) prevrelog kljuka i
- odležavanje rakije u buradima i finalizaciju.

Pranjem plodova otklanjaju se nečistoće koje bi mogle da utiču na miris rakije, kao i mikroorganizmi koji bi mogli da preusmere fermentaciju kljuka u neželjenom pravcu, pa čak i da izazovu kvarenje.

Usitnjavanje ili *muljanje* voća odvija se sa ciljem da se otpusti voćni sok tako da bude dostupan kvascima koji treba da vrše alkoholnu fermentaciju. Muljanje se izvodi u muljačama sa valjcima. Pri muljanju koštičavog voća, potrebno je iz kljuka izdvojiti koštice, vodeći pri tome računa da se one ne oštete. Koštice ovog voća sadrže cijanogena jedinjenja iz kojih se oslobađa toksična cijanovodonična kiselina. Ukoliko se u toku muljanja izlomi više od 5% koštica; ukoliko vrenje kljuka (sa košticom) traje predugo, ili ukoliko prevreli kljuk sa košticom dugo stoji do momenta destilacije, može se očekivati previsok sadržaj cijanovodonične kiseline.

Alkoholna fermentacija. Kljuk dobijen muljanjem voća stavlja se u sudove u kojima će se vršiti fermentacija. Sudovi se ne pune do vrha, već se ostavlja 25% praznog prostora. U suprotnom, u toku vrenja došlo bi do kipljenja kljuka. Fermentacija se odvija u zatvorenim sudovima, jer kiseonik iz vazduha uzrokuje nepoželjne oksidativne promene na kljuku. U toku fermentacije može se vršiti i sumporisanje (vinobranom). Proces vrenja ne treba prepuštati slučaju. Naime, poželjno je da se kljuku doda određena količina specifičnih alkoholnih kvasaca iz roda *Saccharomyces*, a ako njih nema, može se koristiti i pekarski kvasac. Fermentacija traje dve do tri nedelje, a najpogodnija temperatura za to je od 15 do 25 °C. Tok fermentacije determinisan je životnim ciklusom kvasaca (faza razmnožavanja, faza intenzivnog vrenja, faza gladovanja, faza izumiranja i samorazlaganja), o čemu je već bilo reči u delu teksta o procesu proizvodnje vina. Temperatura, kiseonik, šećer i ugljen-dioksid utiču na tok fermentacije na način kao što je već opisano.

Destilacija (pečenje) rakije je proces razdvajanje tečnih komponenti prevrelog kljuka na osnovu razlike u njihovoj tački ključanja. Radi se o procesu izdvajanja sastojaka iz tečne smeše, procesom isparavanja, a zatim kondenzovanja tih sastojaka. Alkohol ima nižu tačku ključanja od vode i zato brže prelazi u destilat. Zbog toga je u destilatu uvek veća količina alkohola nego u tečnosti koja se destiliše. Na primer, destilacijom fermentisanog kljuka vina sa 10% vol alkohola, dobija se vinski destilat sa 30% vol. Više puta ponovljenom destilacijom može se povećati koncentracija alkohola i do 97,2% vol.

Destilaciji (pečenju) fermentisanog kljuka treba pristupiti po završetku procesa fermentacije (kada je utrošen sav šećer), a najkasnije dve do tri nedelje od početka fermentacije. Pečenje prevrelog kljuka ima za cilj da se isparljivi sastojci odvoje od sirovine koja se destiliše i prevedu u tečnost – rakiju. Isparljive sastojke čini veliki broj jedinjenja, a najzastupljeniji su voda i etil-alkohol. Veliki značaj za kvalitet rakije imaju i druge isparljive materije koje prelaze u destilat. To su: aromatične materije, isparljive kiseline, estri, etri, viši alkoholi i dr. Zato cilj destilacije rakije nije da se dobije što čistiji etil-alkohol (kao što je to cilj kod proizvodnje vodke), već da rakija, osim 40-45% vol alkohola, sadrži i određenu količinu pratećih materija koje joj daju specifičan miris i ukus.

Destilacija se izvodi u kazanima koji imaju dva glavna dela - jedan u kojem se nalazi kljuk koji se zagreva i isparava i drugi (deo) u koji prelaze isparenja i prolaze kroz spiralno savijenu cev koja se hladi. Hlađenjem pare u drugom delu kazana, na dnu spiralno savijene cevi, kondenzacijom prispele pare nastaje destilat – rakija. Po pravilu, od 100 litara kljuka dobija se oko 25 litara meke rakije.

Kazan u kojem se zagreva kljuk nikada se ne puni do vrha, kako ne bi došlo do kipljenja kada kljuk počne da ključa. Da kljuk ne bi zagoreo, on mora umereno da se zagreva. Dok kljuk ne proključa, temperatura zagrevanja može da bude jača. Nakon toga, temperatura se snižava da ne bi došlo do kipljenja. Destilacija treba da traje dva do tri sata. Brzina odvijanja destilacije utiče na karakteristike rakije. Ako se, na primer, želi da dobije rakije sa izraženom aromom voćne vrste od koje se pravi, destilacija mora biti sporija. To znači da temperatura zagrevanja kljuka mora biti niža, i u tom slučaju, vreme destilacije duže traje.

Prilikom destilacije izdvajaju se tri frakcije. **Prvo izlazi prvenac (glava rakije), zatim se kondenzuje srednji tok ili srce rakije i na kraju zadnji tok ili patoka. Razdvajanje ovih frakcija je neophodno.**

Prvenac sadrži lako isparljive materije koje rakiji daju privlačnu aromu. Međutim, u njemu se nalazi i metil alkohol, kao i druga jedinjenja koja su nepoželjna u rakiji, što zbog zdravlja, što zbog problematičnog ukusa i mirisa. Izdvajanje veće količine prvenca nije poželjno, jer se time umanjuje prinos rakije.

Osim toga, izdvajanjem veće količine prvenca nego što je potrebno, srednji tok rakije ostaje bez mirisnih materija, pa rakija nema adekvatnu aromu. Ali, ni izdvajanje manje količine nije poželjno, jer u tom slučaju, navedene štetne materije zaostaju u srednjem toku destilata koji bi trebalo da je najkvalitetniji deo rakije. Preporučuje se da se na svakih 100 litara kljuka odvoji od 0,3 do 0,6 litara prvenca. Isto tako, veoma je važno da se srednji tok na vreme odvoji od patoke. Ako se to ne učini, u srednji tok (srce rakije) prelaze frakcije patoke, a to su pretežno voda, viši alkoholi i viši estri koji su uglavnom teškog mirisa i daju rakiji nepoželjne senzorske karakteristike.

Različite materije iz kljuka isparavaju na različitoj temperaturi. Eterična ulja iz voća koja daju miris i ukus isparavaju na najnižoj temperaturi, metil alkohol isparava na 64,7, a etil alkohol na 78,4 °C. Na kraju, na 100 °C, isparava voda. Zato prvenac ima najveći procenat etil alkohola, srednji tok ima manje (25-30%), a patoka svega 2-3% alkohola.

Za upotrebu se koristi srednja frakcija ili srce rakije. Ako je dobijena jednomstrukom destilacijom, naziva meka rakija.

Da bi se dobila rakije **prepečenica** (ljuta rakija), srednja frakcija se podvrgava ponovnoj destilaciji i tada se ponovo dobijaju tri frakcije: prvenac, srednja frakcija i patoka. Srednja frakcija prepečenice od koštunjavog voća ima 40-45% alkohola, a prepečenica od jabučastog voća, 35-40% alkohola. Naravno, cilj destilacije je dobiti rakiju koja sadrži veći sadržaj alkohola.

U domaćinstvima se za destilaciju uglavnom koriste obični kazani koji nisu namenjeni pravljenju visokokvalitetne rakije. Zato je neophodno da se radi dobijanje kvalitetnije rakije destilacija izvoditi dva puta. U industrijskim uslovima često se koristi kazan sa rektifikatorom. Rektifikator je uređaj koji omogućava preciznije odvajanje jedinjenja na osnovu tačke ključanja. Zahvaljujući tome, komponente kljuka koje imaju više tačke ključanja od alkohola vraćaju se nazad u kotao i ponovo zagrevaju. Tako se kljuk destiliše samo jednom, a dobijena rakija sadrži i veću količinu alkohola i mirisnih supstanci. Svi delovi modernih kazana za pečenje rakije prave se od nerđajućeg čelika, a za zagrevanje posude u kojoj se nalazi kljuk koristi se vodena para. Na taj način, sprečava se pregrevanje na pojedinim mestima kazana.

Odležavanje rakije u buradima i finalizacija. Nakon što se proizvedu destilisanjem, rakije treba neko vreme da odleže. To je vreme koje je potrebno da se u rakiji odigraju određene fizičko-hemijske promene koje se označavaju kao sazrevanje rakije. Za neke rakije bitno je da zadrže izvorni miris i ukus. Takve rakije treba da sazrevaju u staklenim bocama (lozovača, komovica, votka). Druge vrste rakija, kao što su jabukovača, viski, konjak (vinjak) i šljivovica stare u drvenim buradima. One pri tome preuzimaju boju i određene aromatične materije karakteristične za vrstu drveta od kojeg je bure napravljeno. Smatra se da je minimalno vreme odležavanja rakija u hrastovim buradima osam nedelja. Rakije u buradima treba da se čuva u prostorijama u kojima je temperatura između 15 i 20 °C. Ako stajanjem u buretu ne dobije očekivanu nijansu i intenzitet boje, rakija može da se oboji kulerom. Kuler je zapravo karamela - proizvod dobijen topljenjem belog šećera do intenzivno tamne boje. Rakije koje su odležale imaju harmoničniji ukus, pitkije su, mekše su i sa izraženim bukeom. Pod bukeom se podrazumeva specifična fina aroma koja se formira dužim odležavanjem.

Sadržaj alkohola u rakiji se izražava zapreminskim procentima (% vol). U narodu se obično koristi jedinica grad. Jedan grad ekvivalentan je alkoholnoj jačini od oko 2,5 % vol. Minimalna alkoholna jačina rakije od voća je 37,5% vol.

Šljivovica je najpoznatija rakija u našoj zemlji. Proizvodi se kao meka šljivovica koja sadrži 25-30% vol alkohola, i kao prepečenica koja sadrži 40% vol alkohola. Za razliku od kajsijevače i breskovače, šljivovica obično sazreva u drvenim buradima,

Viljamovka je rakija koja se proizvodi od kruške vrste viljamovka.

Brandy ili **Weinbrand** je jako alkoholno piće koje je proizvedeno od rakije od vina koje je sazrevalo najmanje šest meseci u hrastovim buradima. Minimalna alkoholna jačina ovog pića je 36% vol.

Rakije koje se prave od grožđa dobijaju se od vina ili fermentisanog kljuka grožđa. Sadržaj etanola kreće se do 38% vol. Najpoznatije rakije od grožđa su **lozovača, komovica, vinjak, konjak**.

Razlika između komovice i lozovače je u tome što se prava lozovača dobija destilacijom prevrelog kljuka od grožđa (bez odvajanja vina nakon fermentacije kljuka), a komovica destilacijom komine koja ostaje nakon ceđenja nefermentisanog kljuka u procesu dobijanja belog vina, ili destilacijom komine koja ostaje nakon ceđenja prevrelog kljuka u procesu proizvodnje crnog vina. Karakteristike komovice koja se dobija od komine u postupku proizvodnje crnog vina, nalaze se negde između karakteristika komovice i karakteristika prave lozovače. Prava lozovača je rakija koja je karakteristična za područje Crne Gore

Vinjak predstavlja isto što i konjak samo se proizvodi u Srbiji. Konjak je zaštićen naziv za rakiju od grožđa koja se proizvodi samo u jednom delu Francuske. Vinjak se dobija dvostrukim destilisanjem belog vina, nakon čega treba da odstoji najmanje tri godine u hrastovim buradima koja se drže na otvorenom prostoru. Jeftinije varijante se dobijaju kada vinjak sazreva u metalnim buradima u kojima se nalaze strugotine drveta.

Pojedine tipove i vrste konjaka moguće je razlikovati po boji i oznakama na nalepnicama. Postoje tri glavne oznake konjaka: oznaka „VS“ (*very special*, odnosno „vrlo poseban“) odnosi se na konjak koji je star najmanje dve godine (može biti označen i s tri zvezdice); „VSOP“ („*very superior old pale*“) je oznaka vinjaka koji je star najmanje četiri godine, dok oznaka „XO“ („*extra old*“ odnosno „jako star“) znači da je star najmanje 10 godina. Oznaka „Hord d'age“ („iznad vremena“) odnosi se na konjak koji je star barem deset, a može biti star 40, pa čak i 50 godina.

Raisin brandy ili rakija od suvog grožđa proizvodi se destilacijom proizvoda dobijenih alkoholnom fermentacijom ekstrakata suvog grožđa sorte "Crni korint" (*Corinth Black*) ili "Aleksandrijski muskat" (*Moscatel of the Alexandria varieties*). Minimalna alkoholna jačina rakije od suvog grožđa ili Raisin brandy je 37,5% vol.

Rakija od jabukovog vina i rakija od kruškovog vina su jaka alkoholna pića koja se proizvode isključivo destilacijom vina od jabuke i kruške.

Rakija od komine voća je jako alkoholno piće koje se proizvodi isključivo destilacijom fermentisane voćne komine.

3.2. DRUGA JAKA ALKOHOLNA PIĆA PROIZVEDENA ALKOHOLNOM FERMENTACIJOM I DESTILACIJOM

Whisky ili **Whiskey** je jako alkoholno piće proizvedeno isključivo destilacijom komine dobijene od ječmenog slada, kukuruza, raži i pšenice. Za spremanje viskija prvo se napravi rastvor slada (sladovina) koji se podvrgava vrenju pomoću kvasca pri temperaturi od 30 °C. Fermentisani ekstrakt se dvostruko destiliše da bi se dobio viski. Sazrevanje konačnog destilata traje najmanje tri godine u drvenim buradima koju su sa unutrašnje strane nagorena plamenom. Minimalna alkoholna jačina viskija je 40% vol. Najpoznatije vrste viskija su američki, kanadski i škotski. Ako se pravi samo od slada, viski ima oznaku „*malt-whiskey*“, a ako se pravi samo od žita, onda je „*grain-whiskey*“. Kada se dobija mešanjem prethodna dva, što je najčešće slučaj, nosi oznaku „*blended whiskey*“. Najkvalitetnijim se smatra čisti sladni viski – „*pure malt*“ koji ima i najdužu tradiciju.

U poređenju sa proizvodnjom jakih alkoholnih pića od voća, proizvodnja jakih alkoholnih pića od žita je znatno komplikovaniji proces, jer zahteva enzimsku hidrolizu skroba do fermentišućih šećera (glukoze, na primer).

Rum je jako alkoholno piće koje se proizvodi isključivo alkoholnom fermentacijom i destilacijom melase ili sirupa dobijenog tokom prerade šećerne trske, ili od samog soka šećerne trske, i koje je destilovano tako da destilat ima prepoznatljive specifične organoleptičke karakteristike ruma. Minimalna količina alkohola u rumu je 37,5% vol.

Rakija od meda je jako alkoholno piće koje se proizvodi isključivo alkoholnom fermentacijom i destilacijom medne kaše. Alkoholna jačina ove rakije je 35% vol.

Rakija od vina proizvodi se od vinskog destilata kome može da se doda vinski alkohol. Proizvodi se i redestilacijom vinskog destilata.

Hefebrand ili **rakija od taloga** je jako alkoholno piće koje se proizvodi isključivo destilacijom vinskog taloga ili taloga fermentisanog voća. Alkoholna jačina rakije od taloga je 38% vol.

Topinambur je rakija od jerusalimske artičoke koja se proizvodi fermentacijom i destilacijom krtole jerusalimske artičoke. Minimalna alkoholna jačina topinambura je 38% vol.

Bierbrand ili **eau de vie de biere** je jako alkoholno piće koje se proizvodi direktnom destilacijom svežeg piva, pod normalnim pritiskom, tako da dobijeni destilat ima senzorska svojstva koja potiču od piva. Minimalna alkoholna jačina mu je 38% vol.

Rakija od žita se proizvodi isključivo destilacijom fermentisane komine celih zrna žita i ima senzorske karakteristike koje potiču od upotrebljene sirovine.

3.3. OSTALA JAKA ALKOHOLNA PIĆA

Votka je jako alkoholno piće koje se proizvodi od etil alkohola poljoprivrednog porekla. Etil alkohol za proizvodnju votke dobija se fermentacijom krompira i/ili žita, uz prisustvo kvasca, tako da su senzorske karakteristike upotrebljene sirovine smanjene. Minimalna alkoholna jačina votke je 37,5% vol. Votka je rakija koja vodi poreklo iz Rusije i Poljske. Proces proizvodnje votke počinje usitnjavanjem krompira i njegovim mešanjem sa vodom u odnosu 1:3-4 (ukomljavanje krompira). Tako dobijena komina greje se pri temperaturi od 150 °C, pod pritiskom od 5 bara. U zagrejanu masu se dodaju enzimi (nekada se za to koristio pivski slad) koji razlože skrob na jednostavne šećere koje kvasci mogu da fermentišu. Pošto se masa ohladi, postavlja se u sudove za vrenje – fermentore i dodaje joj se alkoholni kvasac (*Saccharomyces cerevisiae*) pod čijim dejstvom masa fermentiše 24-36 sati. Nakon toga, vrši dvostruka destilacija. Dobijeni destilat previše je koncentrovan (ima mnogo alkohola) i mora se razblažiti destilovanom vodom. Razblaženi destilat čuva u sudovima od nerđajućeg čelika, aluminijuma ili stakla. Kada se ulije u ambalažu koja može biti staklena ili aluminijumska, votka pre prodaje treba da odleži tri meseca do godinu dana. Najpoznatije votke u svetu su *Stolichnaya* i *Smirnoff*. Poznate su još i skandinavske votke - *Finlandia* i *Absolut*.

Džin je jako alkoholno piće koje se proizvede aromatizovanjem etil alkohola poljoprivrednog porekla. Proces proizvodnje obuhvata više uzastopnih destilacija čiji je cilj da se otpuste svi viši alkoholi. Nakon toka, džin se aromatizuje maceracijom bobica kleka i drugih biljaka, kao što su razne trave, semena, bobice i korenje. U zavisnosti od sredstava koja se koriste za aromatizovanje alkohola, postoji više vrste džinova. Minimalna alkoholna jačina gina je 37,5% vol. Kada količina dodatih zaslađivače ne prelazi 0,1 g šećera po litri, uz naziv „džin“ nalazi se i oznaka "dry" (suvi).

Geist je jako alkoholno piće koje se proizvodi maceracijom nefermentisanog voća (bobičasto, jezgrasto) ili povrća, kao i maceracijom drugih delova biljaka (razne trave, ružine latice i sl.) u etil alkoholu poljoprivrednog porekla. Uz naziv *Geist*, stoji naziv voća ili drugih delova biljaka korišćenih u postupku maceracije. Minimalna alkoholna jačina *Geist*-a je 37,5% vol.

Tekila je alkoholno piće koje potiče iz Meksika. Pravi se od biljke agave (vrsta kaktusa) i obično sadrži 35-55% alkohola. Tekila se obično proizvodi u pet kategorija: zlatna, bela ili srebrna, odležala, stara i ekstra stara.

Jaka alkoholna pića mogu biti aromatizovana dodavanjem macerata⁵³ biljaka ili dodavanjem biljaka iz kojih se zbog prisustva alkohola izdvajaju aromatične materije. Primeri aromatizovanih rakija su: *akvavit* ili *aquavit*, *pastis*, *pacharán*, *mistra* i niz drugih.

Akvavit ili *aquavit* je jako alkoholno piće proizvedeno od etil alkohola poljoprivrednog porekla i aromatizovano kimom i/ili semenom mirođije.

Pastis je jako alkoholno piće aromatizovano anisom koje sadrži prirodne ekstrakte korena sladića. Minimalna alkoholna jačina pastis-a je 40% vol.

Pacharán je jako alkoholno piće proizvedeno maceracijom divljih šljiva u etil alkoholu poljoprivrednog porekla, sa dodatkom prirodnih ekstrakta anisa i/ili destilata anisa. Prodajni naziv "*Pacharán*" može da ima samo jako alkoholno piće proizvedeno u Španiji.

Mistra je bezbojno jako alkoholno piće aromatizovano anisovim semenom ili prirodnim anetolom.

Väkevä glögi ili *Spritglögg* je jako alkoholno piće proizvedeno aromatizovanjem etil alkohola poljoprivrednog porekla aromom karanfilića i/ili cimeta.

Berenburg ili *Beerenburg* je jako alkoholno piće proizvedeno maceracijom voća ili bilja ili njihovih delova u etil alkoholu poljoprivrednog porekla. Sadrži posebnu aromu destilata korena lincure, bobica kleke i lišće lovora (*Lincura*).

Medovina ili **nektar od meda** je jako alkoholno piće proizvedeno aromatizovanjem mešavine fermentisane medne kaše i destilata meda i/ili etil alkohola. Minimalna alkoholna jačina medovine ili nektara od meda je 22% vol.

Jako alkoholno piće aromatizovano klekom proizvodi se aromatizovanjem etil alkohola poljoprivrednog porekla i/ili rakije od žita i/ili žitnog destilata sa bobicama kleke (*Klekovača*). Minimalna količina alkohola u jakom alkoholnom piću aromatizovanom klekom je 30% vol. Ovo piće može da se stavi u promet pod prodajnim nazivom *Wacholder* ili *Genebra*.

Liker je jako alkoholno piće koje, u poređenju sa drugim jakim alkoholnim pićima, karakteriše visok sadržaj šećera (min 70 g/l) i niži sadržaj alkohola (15% vol). Liker se proizvodi aromatizovanjem etil alkohola ili destilata ili samog alkoholnog pića, uz dodatak šećera i drugih sastojaka (pavlaka, mleko, voće i dr.)

53 Maceracija je proces ekstrahovanja sastojaka bilja, voća ili plodova u destilatima ili rakijama pri čemu nastaju macerati.

U zavisnosti od sastava, likeri mogu biti slatki (voćni liker), gorki (pelinkovac) i specijalni (liker sa jajima).

Creme de cassis je liker od crnih ribizli. **Guignolet** je liker proizveden maceracijom trešanja/višanja u etil alkoholu poljoprivrednog porekla. **Punch au rhum** je liker čiji sadržaj alkohola potiče isključivo od ruma. Sloe gin je liker proizveden maceracijom divlje šljive. **Sambuca** je bezbojni liker aromatizovan anisom. **Maraschino, marrasquino** ili **maraskino** je bezbojni liker čija aroma uglavnom potiče od destilata višnje maraska. **Nocino** je liker čija aroma potiče uglavnom od maceracije i/ili destilacije celih nezrelih oraha. **Advocaat** ili **avocat** ili **advokat** je liker od jaja, sa najmanje 150 grama šećera ili meda po jednom litru.

Kordijal likeri su vrsta likera koji se dobijaju mešanjem vina, alkohola, vode, šećera i macerata aromatičnih biljaka.

Punč je liker dobijen od ruma, šećera i biljnih ekstrakata.

PITANJA ZA DISKUSIJU:

- Mehanički sastav grožđa.
- Od čega zavisi kvalitet vina?
- Koje su osnovne faze u proizvodnji vina?
- Alkoholna fermentacija.
- Koji su to faktori koji utiču na alkoholnu fermentaciju?
- Od kojih sorti grožđa se mogu praviti bela, a od kojih ružičasta vina?
- Koja specijalna vina postoje?
- Šta su karakteristike penušavih vina?
- Kako se pravi Šampanjac?
- Koja su osnovna pravila prilikom služenja i uparivanja vina sa hranom?
- Koji su osnovni sastojci piva?
- Koje su faze u tehnologiji proizvodnje piva?
- Šta je slad i koja je uloga slada u proizvodnji piva?
- Osnovne faze u proizvodnji voćnih rakija?
- Koje rakije od grožđa postoje?
- Od čega se pravi votka?
- Šta je odlika likera?

LITERATURA:

- Adams, M., A & Moss, M.,O. (2008). *Food Microbiology*, Third Edition. Cambridge: The Royal Society of Chemistry
- Amit, S. K., Uddin, M., Rahman, R., Rezwanul Islam, S. M. & Khan, M. S. (2017). *A review on mechanisms and commercial aspects of food preservation and processing*. Agriculture & Food Security, 6(51), 2 -22.
- Baltic, M. Z., Kilibarda, N., Teodorovic, V., Dimitrijevic, M., & Karabasil, N. (2005). Paraziti ribe i zdravlje ljudi. *II Međunarodna konferencija Ribarstvo, Zbornik*
- Baltić, M. Ž., & Karabasil, N. (2011). *Kontrola namirnica animalnog porekla*. Veterinarska komora Srbije.
- Baltić, M. Ž., & Teodorović, V. (1997). *Higijena mesa, riba, rakova i školjki*. Beograd: Veterinarski fakultet.
- Baltić, M. Ž., Đurić, J., Mandić, S., Pećanac, B., & Lončina, J. (2013). *Potrošači i bezbednost hrane*. Glasnik hemičara, tehnologa i ekologa Republike Srpske, Vanredno izdanje, 11-16.
- Baltić, M. Ž., Kilibarda, N., & Dimitrijević, M. [2009]. *Factors significant for the shelf-life of fish and selected fish products in retail*. Tehnologija mesa, 50(1-2), 166-176.
- Baltić, M. Ž., Kilibarda, N., & Dimitrijević, N. (2009). *Činioci od značaja za održivost ribe i odabranih proizvoda od ribe u prometu*. Tehnologija mesa, 50(1-2), 166-176.
- Baltić, M. Ž., Kilibarda, N., Bjelajac, B., Karabasil, N., Teodorović, V., & Dimitrijević, M. (2006). Polciklični aromatična hidrokarbonilna jedinjenja u dimljenim proizvodima od mesa. *I Međunarodni kongres „Ekologija, zdravlje, rad, sport“*. Banja Luka.
- Baltić, M. Ž., Nedić, D., Đurić, J., Dimitrijević, M., Karabasil, N., & Kilibarda, N. (2010). *Hrana i večna briga za zdravlje*. Veterinarski žurnal Republike Srpske, X(1), 5-9.
- Baltić, Ž. M., Đurić, J., Karabasil, N., Ivanović, J., & Lončina, J. (2012). Food safety and Quality at Consumer Level. *Biological Food Safety and Quality*, 49-51.
- Batt, C., & Tortorello, M. L. (2014). *Encyclopedia of Food Microbiology*. London: Elsevier, Ltd.
- Berk. Z. (2018). *Food Process Engineering and Technology*, 3rd edition. San Diego, United States: Elsevier Science Publishing Co Inc
- Caballero, B., Finglas, P., & Toldra, F. (2016). *Encyclopedia of Food and Health*. Oxford: Elsevier Ltd.

- Cornforth, D., & Hunt, M. (2008). *Low-Oxygen Packaging of Fresh Meat with Carbon Monoxide*. Meat Quality, Microbiology and safety. White paper series, 2.
- Curtis R. (2001). *Ancient Food Technology*. Leiden: Koninklijke Brill. NV
- Cutter, C. N. (2002). *Microbial control by packaging: A review*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 42(2), 151-161.
- Cvrtila, Ž. I. Kozačinski, L. (2006). Kemijski sastav mesa riba, *Meso*, Vol VII, br. 6; 365-370
- Ćirković, M., Jovanović, B., Maletin, S. (2002). *Ribarstvo*, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- Dimić, G. (1999). *Mikološki i mikotoksikološki aspekti pojave plesni u žitaricama*. Doktorska disertacija. Novi Sad: Tehnološki fakultet
- Dimitrijevic, M., Karabasil, N., Baltic, M. Z., Kilibarda, N., & Teodorovic, V. (2006). Med i mikrobiološki rizici. *Naučno savetovanje sa međunarodnim učešćem „Zaštita i proizvodnja domaće pčele i meda“* (str. 42-49). Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Đurišić, B. (2008). *Tehnologija hrane i pića*. Beograd: Visoka hotelijerska škola strukovnih studija.
- Earle, M., & Earle, R. (2003). *Fundamentals of food reaction technology*. Surrey: Leatherhead International Limited
- Fellows, P.J. (2009). *Food processing technology - Principles and practice*, third edition. Cambridge: Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Gagić, S. (2016). *Servis hrane i pića*. Novi Sad: Alfa-graf.
- Garrison, A.T, Huigens, R.W. (2016). *Eradicating Bacterial Biofilms with Natural Products and Their Inspired Analogues that Operate Through Unique Mechanisms*. Curr Top Med Chem. 2016 Dec 14. Epub ahead of print. PMID: 27966398.
- Gavrliović, M. (2011). *Tehnologija konditorskih proizvoda*. Novi Sad: Mlinpek Zavod doo.
- Gendel, S. M. (2014). *Food Allergies and Intolerances*. U Y. Motarjemi (Ur.), Encyclopedia of Food Safety. Oxford, UK: Elsevier, Inc.
- Glišić, Z. (2012). *Proizvodnja mleka*. Sremski Karlovci: Kairos.
- Grujić, R., & Radovanović, R. (2007). *Kvalitet i analiza namirnica*. Banja Luka: Tehnološki fakultet.
- Gugušević-Šaković, M. (1989). *Industrijska proizvodnja gotove hrane*. Beograd: Naučna knjiga.
- Hartel, R.,W.& Hartel. A.,K. (2008). *Food Bites - The Science of the Foods We Eat*. New York: Springer Science+Business Media, LLC
- Huis in 't Veld, J.,H. (1996). *Microbial and biochemical spoilage of foods: an overview*. Int J Food Microbiol. 1996 Nov;33(1):1-18.
- Ivanović, S., Teodorović, V., Baltić, Ž.M. (2012). *Kvalitet mesa*. Beograd: Naučni institut za veterinarstvo Srbije.

- Janković, M. (2002). *Tehnologija hlađenja*. Beograd-Zemun: Poljoprivredni fakultet.
- Jović, S. (2006). *Priručnik za spravljanje rakije*. Beograd: Partenon.
- Kalenjuk, B. (2016). *Nacionalne gastronomije*. Novi Sad: Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo, Prirodno-matematički fakultet.
- Karabasil, N., Dimitrijevic, M., Kilibarda, N., Teodorovic, V., & Baltic, M. Z. (2008). *Significance of salmonella in pork production chain*. *Veterinarski glasnik*, 62(5-6), 259-274.
- Karabasil, N., Dimitrijevic, M., Teodorovic, V., Kilibarda, N., & Baltic, M. Z. (2005). Najčešće bakterijske kontaminacije mesa riba. *Međunarodna konferencija Ribarstvo, II, Zbornik predavanja*, (str. 161-166).
- Katić, V., Bulajić, S. (2018). *Higijena i tehnologija mleka*. Beograd: Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, Centar za izdavačku delatnost i promet učila.
- Kerry, J. ,P., & Kerry, J. ,F. (2011). *Processed meats - Improving safety, nutrition and quality*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited
- Keserović, Z., Magazin, N., Milić, B. & Dorić, M. (2016). *Voćarstvo i vinogradarstvo (deo voćarstvo)*. Novi Sad: Poljoprivredni fakultet.
- Kilibarda, N. (2006). *Uticaj zamrzavanja na odabrane parametre kvaliteta dimljene pastrmke*. Magistarska teza, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
- Kilibarda, N. (2010). *Uporedno ispitivanje odabranih parametara kvaliteta u toku skladištenja*. Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
- Kilibarda, N. (2019). *Bezbednost hrane*. Beograd: Univerzitet Singidunum.
- Kilibarda, N., Brdar, I., Baltic, B., Markovic, V., Mahmutovic, H., Karabasil, N., & Stanisic, S. (2018). *The safety and quality of sous vide food*. *Scientific Journal "Meat Technology*, 59(1), 38-45.
- Kilibarda, N., Mizdraković, V., & Brdar, I. (2018). Koncept oznake geografskog porekla hrane u funkciji promocije kulturnog turizma. *Culture, Haritage and Tourims Deve-lopment; Kultura, nasleđe i razvoj turizma - SITCON 2018 - Singidunum International tourism Conference*, (str. 229 - 235).
- Koprivnjak, O. (2014). *Kvaliteta, sigurnost i konzervisanje hrane*. Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet Rijeka.
- Kos, J. (2015). *Aflatoksini: analiza pojave, procena rizika i optimizacija metodologije određivanja u kukuruzu i mleku*. Doktorka disertacija. Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet.
- Kravić, S. (2010). *Određivanje trans masnih kiselina u prehrambenim proizvodima gasnom hromatografijom–masenom spektrometrijom*. Doktorska disertacija. Novi Sad: Tehnološki fakultet.
- Lambaša – Belak, Ž. (2006). *Tehnologija hrane*. Šibenik: Visoka škola za turistički menadžment u Šibeniku

- Lawrie, R., A., & Ledward, D., A. (2006). *Lawrie's meat science*. Seventh English
- Matović, K. (2013). *Utvrdjivanje prisustva Clostridium botulinum u uzorcima meda i medonosnih pčela*, Doktorka disertacija. Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
- NALED. (2018). *Vodič za deklarisanje hrane*. Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede.
- National Infection Service, Food, Water & Environmental Microbiology, Methods Working Group (2020). *Determination of water activity in food*. Public Health England
- Ndob, A.M., Melas, M., Lebert, A. (2015). *Physical-chemical Properties, New Tools for Prediction*. Oxford: Elsevier
- Niketić-Aleksić, G. (1989). *Tehnologija bezalkoholnih pića*. Beograd: Naučna knjiga.
- Niketić-Aleksić, G. (1994). *Tehnologija voća i povrća*. Beograd-Zemun: Poljoprivredni fakultet.
- O'Sullivan, M., G. (2017). *A Handbook for Sensory and Consumer-Driven New Product Development Innovative Technologies for the Food and Beverage Industry*. Elsevier Ltd.
- Odžaković, B. (2015). *Poboljšanje kvaliteta napitka kafe izborom optimalnih uslova prženja i odnosa različitih vrsta kafe*. Doktorska disertacija. Novi Sad: Tehnološki fakultet
- Papkovsky, D. B. (2006). *Sensors for food safety and security*. U Baldini (Ur.), *Optical Chemical Sensors* (str. 501-514). Springer.
- Pavlicevic, N., Baltic, M. Z., & Dimitrijevic, M. (2012). *Hladno dimljena riba-bezbednost i kvalitet. 3. Simpozijum-Bezbednost namirnica animalnog porekla*. Beograd: Fakultet veterinarske medicine.
- Pavličević, N., Baltic, M. Z., Dimitrijevic, M., Karabasil, N., Djordjevic, V., Markovic, R., & Grbic, S. (2014). *Polyunsaturated fatty acids in the fish meat and their significance for human health*. *Meat Technology*, 55(1), 1-7.
- Popov-Raljić, J., & Blešić, I. (2012). *Bezbednost hrane – primena HACCP sistema u ugostiteljstvu i hotelijerstvu*. Novi Sad: Prirodno matematički fakultet, Departman za geografiju, turizam i hotelijerstvo .
- Potter, N.N. & Hotchkiss, J.H. (1999). *Food Science Text Series*. fifth edition Boston, MA: Springer US
- Pravilnik o kakao i čokoladnim proizvodima namenjenim za ljudsku upotrebu ("Sl. glasnik RS", br. 24/2019)
- Pravilnik o kvalitetu čaja, biljnog čaja i njihovih proizvoda ("Sl. glasnik RS", br. 4/2012)
- Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za fine pekarske proizvode, žita za doručak i snek proizvode ("Sl. list SCG", br. 12/2005 i "Sl. glasnik RS", br. 43/2013 - dr. pravilnik i 68/2016 - dr. pravilnik)

- Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za jestiva biljna ulja i masti, margarin i druge masne namaze, majonez i srodne proizvode ("Sl. list SCG", br. 23/2006 i "Sl. glasnik RS", br. 43/2013 - dr. pravilnik)
- Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture ("Sl. list SRJ", br. 26/2002 i "Sl. list SCG", br. 56/2003 - dr. pravilnik, 4/2004 - dr. pravilnik i 5/2004 i "Sl. glasnik RS", br. 21/2009 - dr. pravilnik i 33/2010 - dr. pravilnik)
- Pravilnik o kvalitetu jaja ("Sl. glasnik RS", br. 7/2019, 35/2019 i 78/2019)
- Pravilnik o kvalitetu meda i drugih proizvoda pčele ("Sl. list SCG", br. 01/2015)
- Pravilnik o kvalitetu mesa stoke za klanje, peradi i divljači („Sl. list SFRJ“, 34/74, 26/75, 13/78 - dr. pravilnik, 1/81 - dr. pravilnik i 2/85 - dr. Pravilnik
- Pravilnik o kvalitetu osvežavajućih bezalkoholnih pića ("Sl. glasnik RS", br. 88/2017 i 124/2020).
- Pravilnik o kvalitetu piva ("Sl. list SCG", br. 36/2004 i 39/2005 i "Sl. glasnik RS", br. 145/2014)
- Pravilnik o kvalitetu proizvoda od mleka i starter kultura ("Sl. glasnik RS", br. 33/2010, 69/2010, 43/2013 - dr. pravilnik i 34/2014)
- Pravilnik o kvalitetu proizvoda od voća, povrća i pečurki i pektinskih preparata ("Sl. list SFRJ", br. 1/79, 20/82, 39/89 - dr. pravilnik, 74/90 i 46/91 - dr. pravilnik, "Sl. list SRJ", br. 33/95 - dr. pravilnik i 58/95, "Sl. list SCG", br. 56/2003 - dr. pravilnik, 4/2004 - dr. pravilnik i 12/2005 - dr. pravilnik i "Sl. glasnik RS", br. 43/2013 - dr. pravilnik, 72/2014 - dr. pravilnik i 101/2015 - dr. pravilnik)
- Pravilnik o kvalitetu sirove kafe, proizvoda od kafe, surogata kafe i srodnih proizvoda ("Sl. glasnik RS", br. 54/2012 i 80/2015)
- Pravilnik o kvalitetu sirovog mleka ("Sl. glasnik RS", br. 106/2017)
- Pravilnik o kvalitetu šećera namenjenog za ljudsku upotrebu ("Sl. glasnik RS", br. 88/2017)
- Pravilnik o kvalitetu usitnjenog mesa, poluproizvoda od mesa i proizvoda od mesa ("Sl. glasnik RS", br. 50/2019)
- Pravilnik o kvalitetu za proizvode ribarstva, školjkaše, morske ježeve, morske krastavce, žabe, kornjače, puževe i njihove proizvode ("Sl. glasnik RS", br. 51/2021)
- Pravilnik o kvalitetu začina, ekstrakata začina i mešavina začina ("Sl. glasnik RS", br. 72/2014 i 23/2015)
- Pravilnik o kvalitetu žita, mlinskih i pekarskih proizvoda i testenina ("Sl. glasnik RS", br. 68/2016 i 56/2018)
- Pravilnik o prehranbenim i zdravstvenim izjavama koje se navode na deklaraciji hrane. Službeni glasnik RS broj 51/2018).

- Pravilnik o proizvodima sličnim čokoladi, krem proizvodima i bombonskim proizvodima ("Sl. glasnik RS", br. 24/2019)
- Pravilnik o voćnim sokovima i određenim srodnim proizvodima namenjenim za ljudsku upotrebu („Sl. glasnik RS", 103/2018-4, 94/2019-153, 2/2020-205, 84/2020)
- Pravilnikom o deklarisanju označavanju i reklamiranju hrane. Službeni glasnik RS broj 19/2017).
- Puškaš, V. (2019). *Priručnik za savremeno vinarstvo*. Sremski Karlovci: Kairos.
- Rajković, A., Šmigić, N., & Anđelković, M. (2012). *Organizacija rada i akreditacija laboratorija*. Beograd: Poljoprivredni fakultet, Zemun.
- Ranken, M., D. (2000). *Handbook of meat product technology*. UK: Blackwell Science Ltd.
- Regulation (EC) No 178/2002 of the European Parliament and of the Council of 28 January 2002 laying down the general principles and requirements of food law establishing the European Food Safety Authority and laying down procedures in matters of food safety. *Official Journal of the European Communities*, L31 1/2/2002.
- Savović, I., Kokić Arsić, A., Kanjevac Milovanović, K., & Đorđević, A. (2012). *Kvalitet i bezbednost hrane iz ugla korisnika*. 39 nacionalna konferencija o kvalitetu, Kragujevac, Zbornik radova.
- Schmidt, R. H., & Rodrick, g. E. (2003). *Food Safety Handbook*. New Jersey: Wiley Interscience.
- Sinovec, S.M., & Baltić, M. Ž. (2002). *Međunarodni i nacionalni propisi o kvalitetu namirnica*. Beograd: Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine.
- Stanisic, S., Markovic, V., Sarcevic, D., Baltic, M., Boskovic, M., Popovic, M., & Kilibarda, N. (2018). Being a vegetarian: health benefits and hazards. *Scientific Journal "Meat Technology*, 59(1), 63-70
- Stanišić, S. (2018). *Ishrana i zdravlje*. Beograd: Data status.
- Šakić, N. (2005). *Tehnologija proizvodnje piva*. Sarajevo: Privredna/Gospodarska Komora Federacije Bosne i Hercegovine.
- Šoša, B. (1989). *Higijena i tehnologija prerade morske ribe*. Školska knjiga, Zagreb.
- Teodorović, V., & Dimitrijević, M. (2011). *Hemijski i fizički zagađivači namirnica animalnog porekla*. Beograd: Naučna KMD.
- Teodorović, V., Dimitrijević, M., Karabasil, N., & Vasilev, D. (2015). *Higijena i tehnologija mesa*. Beograd: Naučna knjiga KMD.
- Trbović, B. (2005). *Osnovi tehnologije namirnica*. Beograd: Zavod za udžbenike.
- Trbović, B. (2009). *Obrada namirnica*. Beograd: Zavod za udžbenike.
- Vaclavik, V.A. & Christian, E.W. (2014). *Essentials of Food Science*, 4th Edition. New York: Springer Science+Business Media.

- Vasić-Rački, Đ., Galić, K., Delaš, F., Klapac, T., Kipčić, D., Katalenić, M., ... Šarkanj, B. (2010). *Kemijske i fizikalne opasnosti u hrani*. (B. Hengl, Ur.) Osijek: Hrvatska agencija za hranu.
- Vlahović, B., Mugoša, I., Puškarić, A., & Užar, D. (2018). *Unapređenje proizvodnje i plasmana sira*. Novi Sad : Poljoprivredni fakultet
- Vujsinović, V. (2011). *Uticaj termičke obrade na nutritivnu vrednost i oksidativnu stabilnost ulja semena uljane tikve golice Cucurbita pepo L*. Novi Sad: Tehnološki fakultet.
- Vukić, M., Portić, M., Živković Vidović, M., & Nastanović, J. (2014). *Poslastičarstvo*. Beograd: Zavod za udžbenike.
- Vuković, I. (2006). *Osnove tehnologije mesa*. Beograd: Veterinarska komora Srbije.
- Vuković, I., Saičić, S., Vasilev, D., Tubić, M., Vasiljević, N., & Milanović-Stevanović, M. [2009]. *Some quality parameters and nutritional value of functional fermented sausages*. Tehnologija mesa, 50(1-2), 68-74.
- Walstra, P., Wouters, J., T., M., Geurts, T.J. (2006). *Dairy Scienc and Technology* Second Edition. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC
- Zakon o bezbednosti hrane ("Sl. glasnik RS", br. 41/2009 i 17/2019)
- Zakon o jakim alkoholnim pićima ("Sl. glasnik RS", br. 92/2015)
- Zakon o oznakama geografskog porekla, *Službeni glasnik RS* 18/2010 i 44/2018 - dr. zakon.
- Zakon o veterinarstvu, *Službeni glasnik RS* 91/2005 30/2010 i 93/2012).
- Zakon o vinu ("Sl. glasnik RS", 41/2009 i 93/2012)
- Zlatković, B. (2003). *Tehnologija prerade i čuvanja voća*. Beograd-Zemun: Poljoprivredni fakultet.
- Žeželj, M. (1989). *Tehnologija i oprema za preradu žita*. Beograd: Naučna knjiga.

CIP - Каталогизација у публикацији
Народна библиотека Србије, Београд

663/664(075.8)
613.2(075.8)

КИЛИБАРДА, Наташа, 1979-

Osnove tehnologije životnih namirnica / Nataša Kilibarda. - 1. izd. -
Beograd : Univerzitet Singidunum, 2021 (Beograd : Caligraph). - XVII,
447 str. : ilustr. ; 24 cm

Tiraž 1.000. - Napomene i bibliografske reference uz tekst. - Biblio-
grafija: str. 441-447.

ISBN 978-86-7912-767-9

а) Животне намирнице б) Исхрана

COBISS.SR-ID 48167945

© 2021

Sva prava zadržana. Nijedan deo ove publikacije ne može biti reprodukovан u bilo kom vidu i putem bilo kog medija, u delovima ili celini bez prethodne pismene saglasnosti izdavača.



Nataša Kilibarda

Osnove tehnologije životnih namirnica

Udžbenik „Osnove tehnologije životnih namirnica“ rezultat je uvažavanja navedenih okolnosti i konkretnih zahteva obrazovne prakse namenjene osposobljavanju kadrova za rad u oblasti ugostiteljstva i sa njim povezanim profesionalnim delatnostima. Sadržaj i obim udžbenika prilagođeni su nastavnom programu za predmet „Osnove tehnologije životnih namirnica“ koji se izučava na Fakultetu za turistički i hotelijerski menadžment Univerziteta Singidunum.

Udžbenik je prvenstveno namenjen studentima četvrte godine izborne opcije Ekonomije hrane, Fakulteta za turistički i hotelijerski menadžment, kao osnovna literatura za predmet „Osnove tehnologije životnih namirnica“, ali i studentima master akademskih studija, kao i svima koji žele da se informišu o teorijskim osnovama, praktičnim rešenjima i određenim formalno-pravnim aspektima tehnologije životnih namirnica. Podaci o tehnološkim postupcima proizvodnje, konzervisanja i čuvanja različitih vrsta hrane, kao i kriterijumima za ocenu kvaliteta gotovih proizvoda mogu biti koristan podsetnik za pravilno postupanje u procesu profesionalno-radnog angažovanja u oblasti prehrambene industrije i ugostiteljstva, ali i korisno uputstvo pri donošenju odluka u vezi sa konzumiranjem određenih vrsta hrane.