

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Marjetka KREŠEVEC (Gruden)

OHRANJANJE KAKOVOSTI OCVRTEGA PIŠČANČJEGA MESA

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

QUALITY PRESERVATION OF FRIED CHICKEN MEAT

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2009

Diplomsko delo je zaključek Univerzitetnega študija živilske tehnologije. Delo je potekalo v laboratoriju Katedre za tehnologijo mesa na Oddelku za živilstvo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za živilstvo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Božidarja Žlenderja in za recenzenta doc. dr. Rajka Vidriha.

Mentor: prof. dr. Božidar Žlender

Recenzent: doc. dr. Rajko Vidrih

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela.

Marjetka Kreševac

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dd
DK	UDK 637.54:641.522.2-021.146.2:664.34(043)=163.6
KG	pripravljene jedi/ocvrte piščančje prsi/piščančje meso/rastlinska olja/cvrenje v olju/repično olje/sončnično olje/namensko olje za cvrenje/postanost/kontrola kakovosti/fizikalno-kemijske analize/senzorične lastnosti
AV	KREŠEVEC (Gruden), Marjetka
SA	ŽLENDER, Božidar (mentor) / VIDRIH, Rajko (recenzent)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
LI	2009
IN	OHRANJANJE KAKOVOSTI OCVRTEGA PIŠČANČJEGA MESA
TD	Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP	X, 76 str., 31 preg., 14 sl., 51 vir.
IJ	SI
JI	SI/en
AI	V nalogi je bila raziskana kakovost svežih in na toplem hranjenih paniranih piščančjih prsi ocvrtih v treh različnih oljih: repično (Bona), sončnično (Cekin) in namensko za cvrenje (Helios). Opravljena je bila senzorična analiza ocvrtih vzorcev takoj po cvrenju in po dveh urah hranjenja na toplem (50 °C). Na svežih in rabljenih oljih smo določili točko dimljenja, kislinsko stopnjo, peroksidno število in število tiobarbiturne kisline. Rezultati so bili statistično obdelani s proceduro GLM. Opravljene ponovitve zaporednih cvrenj v isti maščobi so povzročile le začetno fazo razgradnih procesov. Kemijski kazalci so pokazali največjo termostabilnost olja Helios. Senzorična kakovost svežega ocvrtega piščančjega mesa se v odvisnosti od treh uporabljenih olj ni bistveno razlikovala. Po hranjenju na toplem je repično olje v ocvrtih piščančjih prsih povzročilo ribji in oljnat priokus in na splošno nekoliko slabše druge senzorične lastnosti. Sončnično olje se je pokazalo kot bolj primerno za oblikovanje in ohranjanje kakovosti ocvrtega piščančjega mesa. Namensko olje za cvrenje iz arašidovega in repičnega olja pa se je pokazalo kot najbolj primerno z vidika senzorične kakovosti svežega ocvrtega piščančjega mesa. Tudi po hranjenju na toplem so bile senzorične lastnosti dobre, vendar le-te niso izstopale v taki meri, kot bi to lahko sklepali iz kemijskih parametrov kakovosti.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN	Dd
DC	UDC 637.54:641.522.2-021.146.2:664.34(043)=163.6
CX	convenience food/fried chicken breast/chicken meat/vegetable oils/frying in oil/rapeseed oil/sunflower oil/frying oil/staleness/quality control/physico-chemical properties/sensory properties
AU	KREŠEVEC (Gruden), Marjetka
AA	ŽLENDER, Božidar (supervisor) / VIDRIH, Rajko (reviewer)
PP	1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB	University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY	2009
TI	QUALITY PRESERVATION OF FRIED CHICKEN MEAT
DT	Graduation Thesis (University studies)
NO	X, 76 p., 31 tab., 14 fig., 51 ref.
LA	sl
AL	sl/en
AB	This diploma work studies the quality of freshly fried chicken breast fried in three different oils; rapeseed oil (Bona), sunflower oil (Cekin) and frying oil (Helios). Fried chicken pieces were sensorily analyzed immediately after frying and after two hours of keeping them warm. The smoke point, acid level, peroxide number, and TBA number were determined in the fresh and used oil samples. The results were statistically processed using the GLM procedure. Consequent frying in the same oil caused the beginning phase of oil degradation. Chemical indicators showed the biggest thermostability in Helios oil. Sensory quality of chicken meat freshly fried in different oils did not differ significantly. After being kept warm for two hours, chicken meat fried in rapeseed oil developed off-flavors and after taste of fish and oil and generally featured somewhat worse other sensoric features. Sunflower oil proved to be good and acceptable in the sense of preserving the fried meat's quality also after keeping it warm. Frying oil proved to be the best choice for frying. Freshly fried pieces generally featured better sensory quality than those fried in the other two types of oil. Even after two hours of keeping them warm, sensory properties were good even though they did not stand out as much as we could have expected based on chemical quality parameters.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VII
KAZALO SLIK	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	X
1 UVOD	1
1.1 DELOVNA HIPOTEZA	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 SESTAVA IN KAKOVOST PIŠČANČJEGA MESA	2
2.1.1 Kemijska sestava piščančjega mesa	2
2.2 PANIRANI PIŠČANČJI IZDELKI	10
2.2.1 Splošno o paniranih piščančjih izdelkih	10
2.2.2 Panade	12
2.2.3 Vrste panad in njihove značilnosti	12
2.3 MAŠČOBE ZA CVRENJE	13
2.3.1 Splošno o maščobah	13
2.3.2 Sončnično olje	14
2.3.3 Repično olje (olje oljne ogrščice)	16
2.3.4 Visoko stabilna rastlinska olja	19
2.3.4.1 NuSun sončnično olje	19
2.3.4.2 Visoko oleinsko sončnično olje	20
2.4 TOPLOTNA OBDELAVA MESA S CVRENJEM	22
2.4.1 Cvrenje	22
2.4.2 Maščobe za cvrenje	24
2.4.2.1 Značilnosti in zahteve za maščobe za cvrenje	24
2.4.2.2 Spremembe v maščobah za cvrenje	24
2.4.3 Kontrola kakovosti maščob med cvrenjem	28
2.4.3.1 Kemijske metode	28
2.4.3.2 Hitri kemijski testi	29
2.4.3.3 Fizikalne metode	30
2.4.3.4 Instrumentalne metode	30
2.4.4 Spremembe v živilu med cvrenjem	31
2.5 SENZORIČNE LASTNOSTI MAŠČOB IN OCVRTEGA MESA	33
2.5.1 Splošno o senzoričnih lastnostih	33
2.5.2 Senzorični preskusi	35
2.5.3 Senzorične lastnosti maščob	36
2.5.4 Senzorične lastnosti ocvrtega mesa	36

2.6 POSTANA AROMA ŽIVIL	37
2.6.1 Fosfolipidi	38
2.6.2 Potek oksidacije	38
2.6.3 Katalizatorji oksidacije fosfolipidov	41
2.6.4 Preprečevanje WOF	42
2.7 PREHRANSKI VIDIK PERUTNINSKEGA MESA	43
2.7.1 Jedi iz piščančjega mesa	43
2.7.2 Distribucija ocvrtega piščančjega mesa	44
2.7.3 Sistem HACCP (Hazard analysis and critical points) v predelavi perutnine	45
3 MATERIAL IN METODE	48
3.1 MATERIAL ZA POSKUS	48
3.1.1 Maščoba za cvrenje	48
3.1.2 Živilo za cvrenje	48
3.1.3 Cvrtnjak	48
3.2 NAČRT POSKUSA	48
3.3 METODE DELA	51
3.3.1 Kemijske analize vzorcev svežega olja in vzorcev olja po cvrenju	51
3.3.1.1 Določanje kislinke stopnje (IUPAC 2.201)	51
3.3.1.2 Določanje Wheelerjeva peroksidnega števila (IUPAC 2.501)	51
3.3.1.3 Določanje števila tiobarbiturne kisline (TBK)	52
3.3.2 Fizikalne spremembe olj po cvrenju	53
3.3.2.1 Točka dimljenja	53
3.3.3 Senzorična analiza	53
3.3.4 Statistična analiza	55
3.3.4.1 Statistični model	55
4 REZULTATI	56
4.1 KEMIJSKI PARAMETRI OLJ ZA CVRENJE	56
4.2 FIZIKALNI PARAMETRI OLJ ZA CVRENJE IN OCVRTEGA MESA	59
4.3 SENZORIČNA KAKOVOST OCVRTIH PIŠČANČJIH PRSI	61
5 RAZPRAVA IN SKLEPI	69
5.1 RAZPRAVA	69
5.2 SKLEPI	70
6 POVZETEK	72
7 VIRI	73

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1 : Povprečna kemijska sestava piščančjega mesa na 100g užitnega dela (Golob in sod., 2006a)	3
Preglednica 2 : Povprečna aminokislinska sestava piščančjega mesa v 100g vzorca (Souci in sod., 2000)	3
Preglednica 3: Povprečna kemijska sestava piščančjega mesa (Skvarča, 2001).....	4
Preglednica 4: Maščobno kislinska sestava piščančjega mesa (Chow, 1992).....	5
Preglednica 5: Maščobnokislinska sestava (mg posamezne maščobne kisline na 100g mesa) piščančjih prsi s kožo glede na pasmo in rejo (Polak, 1999)	5
Preglednica 6: Maščobnokislinska sestava (mg posamezne maščobne kisline na 100g mesa) piščančjih bedr s kožo glede na pasmo in rejo (Polak, 1999)	6
Preglednica 7: Razvrstitev različnih vrst mesa glede na razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kisljinami (P/S) (Žlender in Gašperlin, 2005)	6
Preglednica 8: Maščobnokislinska sestava triglicerolov in fosfolipidov v beli in temni mišičnini piščancev (Lillard, 1987)	7
Preglednica 9: Pokazatelji sestave in prehranske kakovosti mišičnih maščob različnih vrst mesa pri nas (Žlender, 2004)	8
Preglednica 10: Vsebnost vitaminov v piščančjem mesu v 100g vzorca (Holland, 1992) ..	8
Preglednica 11: Povprečna kemijska sestava temnega in svetlega mesa petelinov in kopunov (Skvarča, 2001).....	9
Preglednica 12: Vsebnost vitaminov v mesu in v nekaterih drugih živilih (mg/100g) (Žlender, 2004)	10
Preglednica 13: Maščobnokislinska sestava sončničnega olja (Jamnik, 1992).....	15
Preglednica 14: Sestava sončničnega olja in fizikalne značilnosti (O'Brien, 2004).....	16
Preglednica 15: Sestava modificiranega repičnega olja in fizikalne značilnosti (O'Brien, 2004; Hui, 1996).....	17
Preglednica 16: Sestava in fizikalne značilnosti NuSun olja (O'Brien, 2004)	20
Preglednica 17: Sestava in fizikalne značilnosti sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline (O'Brien, 2004)	21
Preglednica 18: Primerjava maščobnokislinske sestave sončničnih in repičnih olj (O'Brien, 2004).....	22
Preglednica 19: Rezultati kemijske analize olj z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri	56
Preglednica 20: Vpliv vrste olja na kemijske parametre svežih olj	56
Preglednica 21: Vpliv vrste olja na kemijske parametre uporabljenih olj	57
Preglednica 22: Vpliv cvrenja na kemijske parametre olja Bona	57
Preglednica 23: Vpliv cvrenja na kemijske parametre olja Cekin	58
Preglednica 24: Vpliv cvrenja na kemijske parametre olja Helios	58
Preglednica 25: Podatki o fizikalnih meritvah in tehnološki podatki o oljih med cvrenjem	60
Preglednica 26: Osnovni statistični parametri za senzorične lastnosti ocvrtih piščančjih prsi	61
Preglednica 27: Vpliv vrste olja na senzorično kakovost ocvrtih piščančjih prsi takoj po cvrenju	62
Preglednica 28: Vpliv vrste olja za cvrenje na senzorično kakovost ocvrtih piščančjih prsi po hranjenju na toplem 2,5 ure pri T 50 °C	62

Preglednica 29: Vpliv časa hranjenja po pripravi na senzorično kakovost piščančjih prsi ocvrtih v olju Bona	65
Preglednica 30: Vpliv časa hranjenja po pripravi na senzorično kakovost piščančjih prsi po cvrenju v olju Cekin	66
Preglednica 31: Vpliv časa hranjenja po pripravi na senzorično kakovost piščančjih prsi po cvrenju v olju Helios	67

KAZALO SLIK

Slika 1: Spremembe v živilu in olju med cvrenjem (Orthoefer in sod., 1996).....	27
Slika 2: Potek oksidacije lipidov (Shahidi, 1994)	40
Slika 3: Načrt poskusa	50
Slika 4: Primerjava kislinske stopnje svežih in rabljenih olj.....	58
Slika 5: Primerjava peroksidnega števila svežih in rabljenih olj.....	59
Slika 6: Primerjava števila tiobarbiturne kisline svežih in rabljenih olj.....	59
Slika 7: Primerjava senzorične ocene vonja svežih in postanih ocvrtih piščančjih prsi po cvrenju v treh vrstah olja	63
Slika 8: Primerjava senzorične ocene značilnosti barve panade svežih in postanih ocvrtih piščančjih prsi po cvrenju v treh različnih vrstah olja	63
Slika 9: Primerjava senzorične ocene pilepnosti panade svežih in postanih ocvrtih piščančjih prsi po cvrenju v treh različnih vrstah olja	64
Slika 10: Primerjava senzorične ocene občutka v ustih svežih in postanih ocvrtih piščančjih prsi po cvrenju v treh različnih vrstah olja	64
Slika 11: Primerjava senzorične ocene priokusa pri svežih in postanih vzorcih ocvrtih piščančjih prsi po cvrenju v treh različnih vrstah olja	65
Slika 12: Primerjava senzoričnih lastnosti svežih in postanih kosov ocvrtega piščančjega mesa v olju Bona	66
Slika 13: Primerjava senzoričnih lastnosti svežih in postanih kosov ocvrtega piščančjega mesa v olju Cekin	67
Slika 14: Primerjava senzoričnih lastnosti svežih in postanih kosov ocvrtega piščančjega mesa v olju Helios	68

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

AOM	metoda z aktivnim kisikom
BFT	butilhidroksi toluen
BHA	butiliran hidroksianizol
ENMK	enkrat nenasičena maščobna kislina
FDA	Food and drug Administration
GRAS	generally recognized as safe
HACCP	hazard analysis and critical points
KŠ	kislinsko število
KV	koeficient variabilnosti
max.	maksimalna vrednost
min.	minimalna vrednost
MK	maščobna kislina
n	število obravnavanj
NMK	nenasičena maščobna kislina
nz	ni značilno
P/S	razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislina
$P \leq 0,001$	statistično zelo visoko značilna razlika
$P \leq 0,01$	statistično visoko značilna razlika
$P \leq 0,05$	statistično značilna razlika
$P \geq 0,05$	statistično neznačilna razlika
PG	propil galat
PŠ	peroksidno število
SD	standardna deviacija
TBK	število tiobarbiturne kisline
TD	točka dimljenja
TPHQ	terciarni butilhidrokinon
VNMK	večkrat nenasičena maščobna kislina
WOF	warmed-over flavour
x	povprečna vrednost

1 UVOD

Sodobni potrošnik, ki vse manj časa namenja vsakodnevni pripravi obrokov, daje pogosto prednost že pripravljenim obrokom hrane. Te je potrebno doma pred zaužitjem le pogreti, zato predstavlja senzorična ustreznost pripravljenega obroka odločilno merilo pri odločitvi za oziroma proti izdelku. V povezavi s tem je postanost, s katero označujemo vrsto priokusov in vsesplošno poslabšanje arome, zelo nesprejemljiva za potrošnika. S povečanjem proizvodnje predpripravljenih mesnih izdelkov, razširjenostjo prodaje in uporabe v letalskih družbah, restavracijah s hitro prehrano, specializiranih restavracijah in delikatesah, se je problem postanosti še povečal.

Cvrenje je med postopki toplotne obdelave piščančjega mesa pri potrošnikih eden najbolj zaželenih. Postopek je hiter, ocvrte jedi so atraktivnega videza, vonja in okusa.

Cvrenje uvrščamo med suhe toplotne postopke in se uporablja predvsem za toplotno obdelavo živil, ki vsebujejo majhne količine maščob. Zelo pomembno je, da je postopek cvrenja pravilen, saj je oljavost ocvrtih izdelkov nezaželena. Ocvrt izdelek naj bi pridobil zlatorumeno barvo površine, ustrezno hrustljivost in atraktivno aromo. Kemijske in fizikalne spremembe, ki potekajo v maščobi med segrevanjem, se kažejo v poslabšanju senzoričnih lastnosti in posredno v znižanju prehranske vrednosti živila. Ocvrta živila absorbirajo maščobo in razgradne produkte maščob med cvrenjem, zato je kakovost izbrane maščobe za pripravo hrane zelo pomembna. Poslabšanje senzoričnih lastnosti ocvrtega izdelka je v tesni povezavi z razgradnjo maščob med cvrenjem.

Namen naloge je bil ugotoviti vpliv različnih parametrov cvrenja na senzorične lastnosti ocvrtega piščančjega mesa takoj po toplotni obdelavi in jih primerjati z lastnostmi vzorcev po zadrževanju na toplem. Cilj naloge je ugotoviti, ali je z izbiro ustreznega olja za cvrenje mogoče vplivati na kakovost ocvrtega piščančjega mesa.

1.1 DELOVNA HIPOTEZA

Predpostavili smo, da bo s pravilno izpeljanim procesom cvrenja dosegli optimalno senzorično kakovost ocvrtega piščančjega mesa takoj po pripravi in po dveurnem čuvanju na toplem. Pričakovali smo, da bomo z izbiro oksidativno stabilnejših olj lahko vplivali na ohranjanje senzorične kakovosti ocvrtega piščančjega mesa. Pričakovali smo dobre rezultate predvsem pri uporabi namenskega olja za cvrenje in repičnega olja.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SESTAVA IN KAKOVOST PIŠČANČJEGA MESA

Piščančje meso odlikujejo predvsem ugodna hranilna sestava, hitra in nezahtevna kulinarična priprava, uporabnost v dietni in alternativni prehrani ter veliko zelenih senzoričnih lastnosti. Primerno obdelano piščančje meso lahko vsebuje malo maščob in ima nižjo energijsko vrednost. Ostale njegove prednosti so še visok delež visokovrednih beljakovin, mineralov in vitaminov.

Piščančje meso sestavljajo nežna mišična vlakna, zato je bolj mehko od mesa klavnih živali. Na mehkobo mesa vplivajo vrsta in starost živali ter količina in kakovost vezivnega tkiva (kolagena). Piščančje meso vsebuje v mišicah relativno več kolagena, ki je izredno termolabilen in se zato hitreje zmehča, kot pri starejši perutnini.

Pri piščančjem mesu ločimo belo meso, kamor uvrščamo predvsem mišičnino prsi in temno meso, kamor uvrščamo vrat in mišičnino beder (Skvarča, 2001).

2.1.1 Kemijska sestava piščančjega mesa

Kemijska sestava piščančjega mesa vpliva na energijsko, biološko in hranilno vrednost ter na senzorične (jedilne) lastnosti piščančjega mesa. Na sestavo piščančjega mesa vplivajo številni dejavniki :

- vrsta in teža živali (brojlerji 450 g do 1 kg, pohanci 1 do 1,5 kg, pečenci 2,5 kg, kopuni 1,8 do 3 kg),
- spol,
- starost,
- pasma,
- stopnja prehranjenosti,
- anatomska regija (prsi-belo meso, bedra-temno meso),
- vpliv obdelave pred segrevanjem (s kožo ali brez),
- vrsta in temperatura toplotne obdelave (pečenje, kuhanje, cvrenje) in drugo (Skvarča, 2001).

Kemijska sestava različnih kosov piščančjega mesa je prikazana v preglednici 1.

Preglednica 1 : Povprečna kemijska sestava piščančjega mesa na 100g užitnega dela (Golob in sod., 2006a)

Sestavina	Prsi brez kože in kosti	Prsi s kožo, brez kosti	Bedro brez kože in kosti	Bedro s kožo brez kosti
Voda (g)	74,8	71,3	73,8	69,2
Skupne beljakovine (g)	22,8	21,9	18,6	17
Nasičene maščobne kisline (mg)	289	1831	1020	2254
Enkrat nenasičene maščobne kisline (mg)	317	2753	1374	3201
Večkrat nenasičene maščobne kisline (mg)	294	2689	3245	2447
Holesterol (mg)	60,2	76,6	69,7	80,1
Pepel (g)	1,19	1,111,02	1,01	0,94
Energija (kJ)	422	632	572	755

Na vsebnost vode vplivajo različni dejavniki, kot so starost, kakovostni razred, način hlajenja po zakolu idr. Vsebnost vode se s starostjo zmanjšuje. Svetlo meso (prsi) vsebuje več vode in ima manjšo stopnjo hidratacije, zato je izguba mase med toplotno obdelavo večja in vpliva na slabšo sočnost svetlega mesa (Skvarča, 2001).

Preglednica 2 : Povprečna aminokislinska sestava piščančjega mesa v 100g vzorca (Souci in sod., 2000)

Aminokislina	mg
Alanin	1440
Arginin	1390
Asparaginska kislina	2270
Cistin	300
Glutaminska kislina	3690
Glicin	1400
Histidin	610
Izolevcin	1290
Levcin	1780
Lizin	2040
Metionin	640
Fenilalanin	910
Prolin	1050
Serin	920
Treonin	1010
Triptofan	280
Tirozin	760
Valin	1180

Vsebnost beljakovin je v korelaciji z vsebnostjo maščob. Presne mišice vsebujejo približno 20% beljakovin, več jih je v svetlem mesu (22%). Piščančje meso je vir visokovrednih beljakovin, predvsem esencialnih aminokislin (lizin, fenilalanin). Vrednost aminokislin je odvisna od pasme, starosti in kakovostnega razreda živali.

Količina maščob v piščančjem mesu je odvisna od pasme, spola, starosti, prehrane, teže, anatomske regije, obdelave surovine in drugo. Iz preglednice 1 in 3 je razvidna razlika v vsebnosti maščob v svetli in temni mišičnini piščančjega mesa. Temno meso vsebuje večjo količino skupnih maščob kot svetlo meso. Pomembno vpliva na vsebnost maščobe tudi predhodna obdelava. Kosi piščančjega mesa s kožo vsebujejo več maščobe kot brez nje.

Preglednica 3: Povprečna kemijska sestava piščančjega mesa (Skvarča, 2001)

Sestavina (%)	Bedro brez kože*	Bedro s kožo*	Prsi brez kože*	Prsi s kožo*
Voda	73,0	67,4	74,4	69,7
Maščoba	4,3	14,2	2,2	8,9
Beljakovine	18,2	17,1	21,5	20,0
Pepel	1,1	1,0	1,1	1,1

* Brojlerji Jata, starost 42 dni, masa 1kg.

Piščančje meso vsebuje maščobe, ki jih sestavljajo nasičene in nenasičene maščobne kisline (Preglednica 4). Osnovne maščobne kisline v piščančjem mesu so oleinska (18:1), linolna (18:2) in palmitinska kislina (16:0). Za kakovost piščančjega mesa so pomembne tudi večkrat nenasičene maščobne kisline, predvsem linolenska (18:3) in arahidonska (20:4) kislina (Chow, 1992).

Preglednica 4: Maščobno kislinska sestava piščančjega mesa (Chow, 1992)

Maščobna kislina	Piščančje meso s kožo (% od skupnih kislin)
Kaprilska (10:0)	-
Lavrinska (12:0)	0,10
Miristinska (14:0)	0,09
Palmitinska (16:0)	23,80
Palmitooleinska (16:1)	6,10
Stearinska (18:0)	6,40
Oleinska (18:1)	38,20
Linolna (18:2)	21,10
Linolenska (18:3)	1,00
Gadoleinska (20:1)	1,20
Arahidonska (20:4)	0,60
Druge enkrat nenasičene	-
Skupaj nasičene	31,50
Skupaj enkrat nenasičene	45,10
Skupaj večkrat nenasičene	23,50
P/S	0,75

Preglednica 5: Maščobnokislinska sestava (mg posamezne maščobne kisline na 100g mesa) piščančjih prsi s kožo glede na pasmo in rejo (Polak, 1999)

MK	Ross jarčke izpust	Ross jarčke kurnica	Ross petelin- čki izpust	Ross petelin- čki kurnica	Prelux- bro jarčke izpust	Prelux- bro jarčke kurnica	Prelux- bro petelin- čki izpust	Prelux- bro petelin- čki kurnica
(10:0)	□2	2	1	□2	2	□2	□3	□1
(12:0)	2	2	3	2	3	2	3	1
(14:0)	40	42	54	46	54	45	49	31
(16:0)	1536	1654	1841	1837	1957	1723	1649	1405
(16:1)	394	468	564	544	557	499	519	417
(18:0)	398	371	379	412	465	421	361	346
(18:1)	2582	2598	2742	2895	3448	3166	2527	2439
(18:2)	1165	935	1133	1081	1484	1253	1127	1086
(18:3)	71	52	67	64	89	69	63	61
(20:1)	5	23	26	28	10	6	5	5
(20:4)	69	51	62	61	74	56	67	76

Preglednica 6: Maščobnokislinska sestava (mg posamezne maščobne kisline na 100g mesa) piščančjih bedr s kožo glede na pasmo in rejo (Polak, 1999)

MK	Ross jarčke izpust	Ross jarčke kurnica	Ross petelin- čki izpust	Ross petelin- čki kurnica	Prelux- bro jarčke izpust	Prelux- bro jarčke kurnica	Prelux- bro petelin- čki izpust	Prelux- bro petelin- čki kurnica
(10:0)	□4	2	3	2	2	3	4	□3
(12:0)	3	5	6	5	3	5	6	4
(14:0)	71	89	88	99	73	90	95	82
(16:0)	2848	3098	3272	3658	2828	2975	3088	3045
(16:1)	747	959	970	1117	799	907	965	981
(18:0)	790	694	768	822	713	678	690	670
(18:1)	5059	5047	5340	5819	4987	4991	4870	4919
(18:2)	2181	1915	2068	2150	2105	2106	2103	2131
(18:3)	131	110	120	127	124	117	122	119
(20:1)	61	51	59	59	55	51	53	51
(20:4)	103	95	92	82	88	95	102	94

Iz preglednice 5 in 6 je razvidno kako na maščobnokislinsko sestavo vpliva provenienca, spol in način reje piščancev. Provenienci se razlikujeta v maščobnokislinski sestavi, prosta reja vpliva na ugodnejšo maščobnokislinsko sestavo, s prehranskega stališča so jarčke primernejše od petelinčkov. Prsi imajo ugodnejše razmerje maščobnih kislin kot bedra (Polak, 1999).

Preglednica 7: Razvrstitev različnih vrst mesa glede na razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S) (Žlender in Gašperlin, 2005)

VRSTA MESA	P/S
Goveje	0,15-0,19
Jagnječje	0,3
Jelenje	0,59
Piščančje	0,61-0,64
Kunčje	0,71
Jadranska sardela	7,57

Poleg maščobnokislinske sestave je za oceno prehranske primernosti maščob pomembno tudi razmerje med večkrat nenasičenimi in nasičenimi maščobnimi kislinami (P/S). P/S manjši od 0,5 velja za neugodnega, ker se pri uporabi maščob take sestave povečuje pogostost kardiovaskularnih obolenj. Iz preglednice 4 je razvidno, da je razmerje P/S v piščančjem mesu ugodno. Iz preglednice 7 je razvidna primerjava različnih vrst mesa po kriteriju P/S.

Svetlo meso vsebuje več nasičenih maščobnih kislin kot temno, čeprav je razmerje večkrat nenasičenih kislin podobno. V piščancih (brojlerjih) so maščobne kisline v naslednjem razmerju: 33 % nasičenih, 37 % enkrat nenasičenih in 31 % večkrat nenasičenih maščobnih kislin (Skvarča, 2001). V bedrih s kožo je skoraj dvakrat več celokupnih maščobnih kislin kot v prsih s kožo. Prsi s kožo vsebujejo dobrih 50 mg α -linolenske kisline v 100 g mesa in bedra s kožo vsebujejo približno 100 mg α -linolenske kisline (Polak, 1999).

Bela in temna mišičnina piščancev se ločita tudi po vsebnosti celičnih fosfolipidov in trigliceridov. Bela mišičnina vsebuje od skupnih lipidov 48 % fosfolipidov, temna pa le 21 %.

Razlika v maščobnokislinski sestavi trigliceridov in fosfolipidov znotraj svetlih in temnih mišic piščančjega mesa je razvidna iz preglednice 7. Podatki se med različnimi avtorji nekoliko razlikujejo.

Preglednica 8: Maščobnokislinska sestava triglicerolov in fosfolipidov v beli in temni mišičnini piščancev (Lillard, 1987)

Vrsta piščančje mišičnine	Vrsta Lipidov	Maščobnokislinska sestava		
		Nasičene %	Mononenasičene %	Polinenasičene %
Prsi	Trigliceridi	33,8	42,7	25,6
Prsi	Fosfolipidi	35,3	21,1	41,4
Noge	Trigliceridi	33,0	42,3	24,8
Noge	Fosfolipidi	39,1	16,4	43,5

S prehranskega vidika je pomembna tudi prisotnost ω -3 maščobnih kislin, ki pa je v piščančjem mesu precej nižja kot pri ostalih vrstah mesa. Količino ω -3 maščobnih kislin je v piščančjem mesu mogoče povečati, če prehrana piščancev vsebuje te kisline, vendar pri tem obstaja nevarnost nastanka nezaželenih priokusov (Hargis in Van Elswyk, 1993).

Svetlo meso brojlerjev vsebuje manjši delež nasičenih maščobnih kislin in holesterola kot temno meso. Vsebnost holesterola v perutnini je podobna tisti v mesu klavnih živali, to je 60 do 80 mg/100 g (USDA, 1995).

Preglednica 9: Pokazatelji sestave in prehranske kakovosti mišičnih maščob različnih vrst mesa pri nas (Žlender, 2004)

Parameter	NMK	ENMK	VNMK	n-3	n-6	n-6/n-3	P/S	IA
Vrsta mesa								
goveje								
lisasta	43,9	46,7	8,2	0,25	7,99	32	0,19	0,50
rjava	43,0	51,5	6,3	0,15	6,19	41	0,15	0,50
piščančje								
kurnica	31,5	49,1	19,2	1,20	18,00	15,0	0,61	0,41
prosta reja	31,5	48,0	20,3	1,30	18,96	14,7	0,64	0,41
jagnječje	51,2	33,7	15,0	1,02	11,24	6,56	0,30	1,07
kunčje meso-SIKA	41,8	28,9	29,2			6,58	0,71	0,64
hrenovke-SM	34,1	39,9	20,2	3,44	16,64	4,73	0,58	0,28
hrenovke-RO	12,8	50,5	35,7	8,35	27,61	3,31	3,37	0,14
jelenovo stegno	43,9	32,1	24,0	6,64	11,34	1,67	0,59	0,77
sardele	39,4	18,0	42,6	37,8	4,8	0,13	7,57	0,85

Iz preglednice 9 je razvidno, da je piščančja mišična mastnina v primerjavi z adipozno mastnino manj nasičena (31,5 % proti 36 %), vsebuje več enkrat nenasičenih maščobnih kislin (49 % proti 38 %) in manj večkrat nenasičenih maščobnih kislin (20 % proti 24 %) (Žlender, 2004).

Piščančje meso vsebuje predvsem vitamine A in B. Razlike v vsebnosti vitaminov v temnem in svetlem mesu piščancev so razvidne iz preglednice 10.

Preglednica 10: Vsebnost vitaminov v piščančjem mesu v 100g vzorca (Holland, 1992)

Vitaminski v mg	Piščančje svetlo meso	Piščančje temno meso
Vitamin B1	0,10	0,11
Vitamin B2	0,10	0,22
Niacin	9,90	5,40
Vitamin B6	0,53	0,30
Folna kislina	12,00	12,00
Pantotenat	1,20	1,30
Biotin	2,00	3,00

Na vsebnost vitaminov vpliva tudi toplotna obdelava, zlasti na znižanje vsebnosti vitamina B1 in B2 ter povečanje niacina in vitamina B6.

Piščančje meso je dober vir fosforja, cinka in železa, vsebuje tudi natrij, kalij, magnezij in žveplo. Vsebuje tudi veliko naravnih fosfatov, predvsem v svetlem mesu brez kože (450 mg/100 g kot P₂O₅). V literaturi so pogosto navedene količine fosforja in fosfatov za

vzorci s kožo, kjer so vrednosti nekoliko nižje. To je razvidno tudi iz preglednice 11, kjer so prikazani rezultati za vsebnost fosforja v kopunih in petelinih s kožo (Skvarča, 2001).

Preglednica 11: Povprečna kemijska sestava temnega in svetlega mesa petelinov in kopunov (Skvarča, 2001)

Mišica d	Petelini a PS	Petelini a PS	Petelini a BF	Kopuni b PS	Kopuni b PP	Kopuni b BF
Voda %	73,91	74,48	75,94	71,99	72,56	73,21
Beljakovine %	21,95	22,24	16,85	22,67	22,74	21,79
Maščobe %	1,35	0,75	2,35	1,44	1,85	3,52
Pepel %	0,87	0,90	0,81	0,69	0,71	0,82
Fosfati mgP/100g	325,22 c	-	193,91	340,51c	-	248,41
Fosfati mg P₂O₅/100g	744,75c	-	444,05	779,77c	-	568,86

* PS – *m. pectoralis superficialis*

** PP – *m. pectoralis profundus*

*** BF – *m. biceps femoris*

a - provinienca *Jata*, starost 56 tednov, povprečna masa 3338g

b - »štajerski« kopun, starost 47 tednov, povprečna masa 1815g

c - skupna vrednost za PS + PP

d - brez kože

Preglednica 12: Vsebnost vitaminov v mesu in v nekaterih drugih živilih (mg/100g) (Žlender, 2004)

Živilo	A retinol	E tokoferol	B ₁ tiamin	B ₂ riboflavin	B ₃ niacin	B ₆ piridoksin	B ₁₂ kobalamin
goveje stegno	10	0,5	0,07	0,22	3,8	0,40	2,70
svinjski hrbet	9	0,6	0,80	0,19	4,3	0,39	1,08
ovčje stegno	0	0,3	0,18	0,25	5,8	0,29	2,64
piščančja prsa	10	0,3	0,07	0,09	10,5	0,53	0,34
puranja prsa	*	0,9	0,05	0,08	11,3	0,46	0,37
mleko- polno	31	0,1	0,04	0,18	0,1	0,05	0,36
jajce-celo	190	0,8	0,13	0,35	0,1	0,12	1,32
pšenična moka	0	2,1	0,58	0,15	2,9	0,58	0
sojina moka	14	1,5	0,77	0,28	2,2	0,51	0
jabolko- presno	6	0,5	0,04	0,03	0,3	0,1	0

Iz preglednice 12 je razvidna primerjava vsebnosti vitaminov v piščančjih prsih in nekaterih drugih živilih.

Izbira vrste perutnine in anatomskih kosov z različno predhodno obdelavo je osnovno izhodišče za določeno biološko, hranilno ali energijsko vrednost izbranega mesa. Kemijska sestava je posredno povezana tudi s senzoričnimi lastnostmi.

2.2 PANIRANI PIŠČANČJI IZDELKI

2.2.1 Splošno o paniranih piščančjih izdelkih

Z razvojem sodobne tehnologije so postali pomisleki o škodljivosti paniranih in ocvrtih, industrijsko pripravljenih jedi neupravičeni. Sodobni postopki toplotne obdelave namreč omogočajo minimalno absorpcijo olja in s tem neprimerno manjšo vsebnost skupnih maščob v paniranih in ocvrtih izdelkih, v primerjavi z doma pripravljenim paniranim in ocvrtim mesom.

Poznamo dve osnovni skupini paniranih izdelkov:

- oblikovane, panirane, toplotno obdelane in zamrznjene izdelke,
- panirane, toplotno obdelane in zamrznjene izdelke iz kosov mesa, s kostmi in kožo ali brez (Šmigoc, 2001).

Omenjeni skupini se med seboj razlikujeta, saj so oblikovani izdelki izenačeni po teži in obliki, medtem, ko se doseže izenačenost teže neoblikovanih kosov le z dodatnim razvrščanjem po teži pred paniranjem ali pred pakiranjem. Razlika med skupinama je opazna tudi v teksturi mesa, kar je posledica različnega tehnološkega postopka priprave mesa za paniranje. Meso oblikovanih izdelkov ima zaradi specifičnih tehnoloških zahtev pred oblikovanjem drugačne teksturne lastnosti, v primerjavi z neoblikovanimi kosi, kjer se ohranja tekstura cele mišice. Nekaterim izdelkom se lahko dodaja tudi mesno emulzijo, kar vpliva na bolj izraženo sočnost in vzporedno s tem na nekoliko povečano vsebnost skupnih maščob v končnem izdelku.

Tehnološki postopek oblikovanja posameznih kosov omogoča proizvodnjo izenačenih porcij oziroma kosov mesa in s tem enostavno serviranje, saj so porcije enake po obliki, količini in kakovosti, kar omogoča programiranje hranilne vrednosti obroka.

Po pripravi mesa za oblikovanje se panira z moko, mokro panado in drobtinami. Posebnost paniranja je uporaba mokre panade, ki omogoča paniranje brez uporabe jajc. Z različnimi dodatki v mesu ali panadi lahko dopolnimo specifičen, blag okus piščančjega mesa v harmonično celoto. Po paniranju se kosi mesa cvrejo v olju zelo kratek čas (nekaj deset sekund), posledica tega je minimalna absorpcija olja. Panirani in delno ocvrti izdelki se v nadaljnjem tehnološkem postopku dokončno toplotno obdelajo v peči in nato hitro zamrznejo ter pakirajo v vrečke oz. kartonsko embalažo. Toplotna obdelava zagotavlja večjo varnost živila in pomembno prispeva k končni kakovosti in enostavnejši uporabi za potrošnika (Šmigoc, 2001).

V proizvodnji paniranih izdelkov predstavlja olje izredno pomemben dejavnik, ki vpliva na kakovost končnega izdelka. Pri izbiri olja je potrebno upoštevati, da z absorpcijo olja med cvrenjem v veliki meri vplivamo na okus in obstojnost končnega izdelka. Trajanje toplotne obdelave – cvrenja je odvisno od sestave živila, temperature olja, metode cvrenja in debeline živila. Visoka temperatura olja skrajša potreben čas cvrenja, povzroča pa hitrejši kvar olja. Hitro oblikovana hrustljava površina po drugi strani ohranja sočnost izdelka in vpliva na zmanjšanje nadaljnjih sprememb v paniranem kosu mesa. Stalna kakovost olja se vzdržuje s postopkom filtriranja, ki kontinuirano odstranjuje drobtine iz olja. Pred pričetkom cvrenja je potrebno natančno določiti najnižjo temperaturo in najkrajši čas cvrenja, pri katerem dosežemo želene senzorične lastnosti in kakovost živila. Vsako nepotrebno povišanje temperature in podaljšanje postopka toplotne obdelave pospeši kvar olja.

Dokončna toplotna obdelava že med proizvodnim postopkom skrajša čas toplotne regeneracije, izdelke je potrebno pred uporabo le segreti do jedilne temperature. Postopek toplotne regeneracije v veliki meri vpliva na končno kakovost paniranega izdelka in zahteva veliko mero natančnosti in poznavanja specifičnih zahtev za posamezen izdelek. V največji meri se za regeneracijo uporablja postopek cvrenja, pa tudi postopek pečenja v pečici ali na dvoploščnem žaru. Tako izdelek pri toplotni regeneraciji ne absorbira dodatnih količin olja, vendar panada delno izgubi svojo prijetno hrustljivost.

Paniranim izdelkom podaljšamo rok uporabe s hitrim zamrzovanjem do končne temperature -20 °C. S sodobnim postopkom zamrzovanja se ohrani jedilna kakovost tudi

med skladiščenjem izdelkov. Osnovno pravilo pri zamrzovanju in skladiščenju zamrznjenih paniranih izdelkov je uporaba čim nižje in konstantne temperature. Pri nihanju temperature pride do rekristalizacije. Če se površina izdelka segreje, se kristali ledu začnejo topiti, pri tem pa manjši kristali izginjajo in se združujejo v večje. Raztopljeni kristali ledu povečajo pritisk vodne pare in voda prehaja v področje nižjega pritiska, zaradi česar površina dehidrira. Ko se temperatura ponovno zniža ne nastajajo novi centri kristalizacije, ampak pride do združevanja že obstoječih kristalov, ki se jim velikost močno poveča. Posledica omenjenih sprememb je prehod vode iz celic v medcelične prostore, celice dehidrirajo, po tajanju se zmanjša sočnost mesa (Šmigoc, 2001).

Šmigoc (2001) navaja, da še tako sodobni tehnološki postopki niso zagotovilo za končno kakovost izdelka. Kakovostno proizveden izdelek še ni zagotovilo, da bo takšen tudi prispel do kupca, oziroma potrošnika. Pomembno je, da zmrzovalna veriga v vseh segmentih distribucije od proizvajalca do prodaje ostane neprekinjena, prav tako pa je pomembno tudi pravilno hranjenje oziroma skladiščenje izdelka pri končnem uporabniku.

2.2.2 Panade

Začetek industrijskega paniranja sega v leto 1937, ko so v St. Luisu prvič uporabili strojni nanos panade. Vzporedno z naraščanjem povpraševanja po paniranih proizvodih so se razvijali tudi stroji za nanos panad in sčasoma nadomestili ročno delo, ki je bilo neproduktivno in velikokrat mikrobiološko oporečno.

Industrijska proizvodnja paniranih proizvodov je v veliki meri podobna postopku paniranja, ki ga uporabljajo gospodinje, bistvena razlika je v uporabljenih panadah.

2.2.3 Vrste panad in njihove značilnosti

Industrijsko pripravljeno panado sestavljajo:

- moka
- mokra panada
- suha panada (drobtine).

Posamezne vrste panad s svojimi sestavinami vplivajo na zunanji videz izdelka, okus, hrustljivost, odstotek absorbiranega olja med cvrenjem, ohranjajo sočnost in izboljšajo hranilno vrednost paniranih izdelkov (Šmigoc, 2001).

Ena najpomembnejših senzoričnih lastnosti paniranega mesa je hrustljivost. Odvisna je od sestave panade in toplotne obdelave. Na hrustljivost lahko vplivamo z ustreznimi dodatki v panadi ter z metodo, trajanjem in temperaturo toplotne obdelave, zlasti med regeneracijo izdelkov pred konzumiranjem. Zunanji videz paniranega izdelka je odvisen od sestave panade, metode toplotne obdelave in vrste olja za cvrenje. Z izbiro ustreznih začimb je mogoče okus panade in paniranega živila spreminjati in prilagajati okusu potrošnika ter sestavi izdelka, ki ga želimo panirati.

Namen nanosa moke na površino živila je pripraviti površino živila tako, da mokra panada enakomerno oblije površino pred nanosom suhe panade. Mokra panada je mešanica moke ali škroba in vode v določenem razmerju. Pri industrijskem paniranju se uporabljata dve

vrsti mokre panade. Ena je standardna mokra panada iz pšenične ali koruzne moke ali škroba in druga mokra panada s kvasom in pecilnim praškom, ki je primerna zlasti za paniranje rib in perutninskega mesa. Živilu daje izredno rahlost in ne zahteva dodatnega nanosa suhe panade. Pomanjkljivost mokre panade z dodatkom pecilnih sredstev je povečana absorpcija olja med cvrenjem.

Suha panada s svojo granulacijo in barvo v največji meri vpliva na zunanji videz paniranega živila. Suhe panade lahko razdelimo v tri osnovne skupine:

- drobtine (suha panada iz posušenega in zmletega kruha, navadno brez dodatka sredstev za obarvanje),
- suha panada iz zdrobljenega testa za krekerje,
- suha panada iz zdrobljenega kvašenega testa, posebne strukture in granulacije, proizvedena po značilni japonski proizvodnji (Šmigoc, 2001).

Osnovna vloga mokre panade je omogočiti suhi panadi dobro vezavo na površino izdelka. Povezanost in prilepnost lahko definiramo kot kemično in fizikalno vezavo med sestavinami panade ter panado in površino izdelka (Suderman in Cunningham, 1983). Slaba prilepnost in povezanost panade vpliva na zunanji videz živila in njegove senzorične značilnosti. Nepravilna izbira panade in neprimeren nanos vodita k poslabšanju prilepnosti in neenakomernemu nanosu.

2.3 MAŠČOBE ZA CVRENJE

2.3.1 Splošno o maščobah

Za cvrenje običajno uporabljamo rastlinske maščobe, med katerimi prevladujejo rastlinska olja. Rastlinske maščobe spadajo v skupino spojin imenovanih triacilgliceridi (lipidi) in jih delimo na tri osnovne skupine (Klofutar, 1992):

- enostavni lipidi (maščobe, voski),
- sestavljeni lipidi (fosfolipidi, glikolipidi, aminolipidi, sulfolipidi),
- derivati lipidov (maščobne kisline, maščobni alkoholi, aldehidi, steroli).

Triacilgliceroli so najmočnejše zastopana komponenta v rastlinskih maščobah. Kemijsko so sestavljeni iz molekule glicerola, zaestrene s tremi molekulami maščobnih kislin. Enostavni gliceroli imajo zaestere tri enake maščobne kisline, pri mešanih so maščobne kisline različne. V rastlinskih oljih prevladujejo triacilglicerili tipa SUS (nasičena-neničena-neničena) in SUU (nasičena-neničena-neničena). Na β položaju je vedno zaestrena neničena maščobna kislina. Na glicerol sta lahko vezana samo ena ali dve maščobni kislini. Zato ločimo mono in diglicerole, ki se v maščobah pojavljajo v majhnih količinah, kot posledica hidrolitičnega razpada triacilglicerolov. Triacilgliceroli so nepolarne hidrofobne molekule, ker v svoji molekuli ne vsebujejo močno polarnih skupin (Klofutar, 1992).

Maščobne kisline predstavljajo reaktivni del molekule triacilglicerola. Sestavljene so iz nepolarne alkilne verige ogljikovih atomov, ki so med seboj povezani z enojnimi (nasičene

maščobne kisline) ali dvojnimi (nenasičene maščobne kisline) vezmi in polarne karboksilne skupine. Stopnja nenasičenosti maščobnih kislin narašča s številom dvojnih vezi. Vse naravne maščobne kisline imajo sodo število ogljikovih atomov. Najpogostejše so tiste s 16 ali 18 ogljikovimi atomi. Nasičene maščobne kisline prevladujejo v rastlinskih masteh, nenasičene pa v rastlinskih oljih. Nenasičene maščobne kisline so zaradi dvojnih vezi bolj reaktivne in manj oksidativno stabilne. Sestava maščobnih kislin v olju je najpomembnejši dejavnik, ki daje posamezni surovini industrijsko uporabnost in s tem komercialno vrednost (Jamnik, 1992).

Negliceridnih snovi je v maščobah do 5%, najpogostejše med 1 - 2 %. Med te prištevamo fosfatide, tokoferole, sterole, rastlinske pigmente, v maščobah topne vitamine in drugo (voski, sledovi kovin...). Fosfolipidi so estri glicerola z maščobnima kislinama in fosforno kislino, na katero je vezana organska baza. So dobri emulgatorji. Njihova vrednost v olju je od 0,1 do 3,5%. Tokoferoli so visokomolekularni ciklični alkoholi in so naravni antioksidanti. Barvo olju dajejo pigmenti (beta-karoten: rumeno do rdečo barvo, klorofil: zeleno barvo, gosipol je tipično barvilo bombaževega olja). V manjših količinah se v olju nahajajo produkti oksidacije maščobnih kislin (aldehidi, ketoni), sledovi kovin, glikozidi, voski (estri višjih maščobnih kislin in višjih maščobnih alkoholov), vitamini... (Jamnik, 1992).

Pri procesu cvrenja so olja zaradi kontinuirane uporabe, ob visokih temperaturah in prisotnosti atmosferskega pritiska podvržena maksimalnim oksidativnim in toplotnim spremembam. Segrevanje ob prisotnosti zraka povzroča postopno razgradnjo maščob do hlapnih produktov, nehlapnih oksidacijskih derivatov, dimerov, polimerov in cikličnih spojin. S spremembo medija za prenos toplote med cvrenjem (olje), cvrenje povratno vpliva tudi na kakovost ocvrte hrane. Kemijske in fizikalne spremembe v olju lahko spremenijo čas toplotne obdelave živila, povečajo vsebnost olja v živilu, povzročijo toksičnost in nižjo prehransko vrednost živila. Značilnosti posameznih maščob ali olj in njihovih lastnosti med cvrenjem, so določene z maščobnimi kislinami, ki so prisotne v posameznih trigliceridnih molekulah. Stabilnost nenasičenih maščobnih kislin je različna in je odvisna od tega, kje so dvojne vezi v molekuli. Maščobne kisline z dvema dvojnima vezema, ki sta nameščeni ena blizu druge, so namreč bolj nestabilne kot maščobne kisline s tremi dvojnimi vezmi, ki so ena od druge oddaljene. Več dvojnih vezi v maščobni kislini sicer pomeni večjo nestabilnost olja in večjo nagnjenost k različnim oblikam kvarjenja. Za cvrenje je zelo pomembna izbira primerne olja. Tri zelo pogosto rabljena olja, ki so mononenasičena so: oljčno olje, »canola« olje in arašidovo olje. Olja z veliko polinenasičenimi maščobnimi kislinami so tudi relativno prijazna zdravju (sojino olje, koruzno olje, sezamovo olje). Sojino, sončnično in »canola« olje je za cvrenje vedno delno hidrogenirano, da bi se izboljšala njihova stabilnost. Bombažno, koruzno, arašidovo in olivno olje se uporabljajo kot stabilen vir polinenasičenih maščobnih kislin, ker vsebujejo majhne količine linolenske kisline (Moreira, 2006).

2.3.2 Sončnično olje

Rastlinska olja vsebujejo enkrat, dvakrat in večkrat nenasičene maščobne kisline. Večinoma so tekoča, razen kokosove in palmine masti. Po prehranski in fiziološki vrednosti so najboljša tista olja, ki vsebujejo več enkrat nenasičenih maščobnih kislin in

imajo visoko vsebnost linolne in linolenske kisline. Sem prištevamo predvsem ekstra sončnično olje z večjo vsebnostjo oleinske kisline, oljčno olje, repično olje, arašidovo olje, olje koruznih kalčkov, sojino olje in sončnično olje.

Sončnično olje pridobivajo iz semen sončnice vrste *Helianthus annuus*. Njena uporaba je zelo široka in pokriva številna področja živilske industrije. Semena te sorte vsebujejo 35-50 % surovega olja, zato je ena najpomembnejših oljnic v svetu. Sončnično seme vsebuje še 16-20 % surovih proteinov in 24-30 % balastnih snovi.

Surovo sončnično olje je rumene barve, po rafinaciji se spremeni v blede rumeno barvo. Vsebuje veliko nenasičenih maščobnih kislin in v maščobah topnih vitaminov. Temperatura strdišča sončičnega olja je od -16 do -18 °C.

Po kemijski sestavi uvrščamo sončnično olje v skupino olj linolne kisline (dvakrat nenasičena), saj vsebuje največ linolne kisline (60-70 %), sledi oleinska ter v manjši meri palmitinska in stearinska kislina. V to skupino olj prištevamo tudi sojino olje, olje konoplje, makovo olje in orehovo olje. Zaradi visoke vsebnosti linolne kisline (C 18:2), odsotnosti linolenske kisline (C 18:3) in visoke vsebnosti naravnega antioksidanta α -tokoferola, je olje precej stabilno (Enig, 2000).

Preglednica 13: Maščobnokislinska sestava sončičnega olja (Jamnik, 1992)

Maščobna kislina	Vsebnost (%)
palmitinska (C-16:0)	3-10
palmitoleinska (C-16:1)	do 1
stearinska (C-18:0)	1-10
oleinska (C-18:1)	14-65
linolna (C-18:2)	20-75
linolenska (C-18:3)	do 0,7

Za sončnično olje je značilna tudi vsebnost neumiljivih snovi (voskov). Te je potrebno med postopkom rafinacije odstraniti, pri čemer pa se izgubi tudi del tokoferola, ki pa ga lahko po rafinaciji uravnajo na začetno količino (60-70 mg/100 g).

V promet se daje jedilno rafinirano sončnično olje (Uradni list RS, 2003), ki mora ustrezati naslednjim pogojem:

- pri 20 °C je bistro,
- ima značilno barvo,
- okus in vonj sta blaga, prijetna in značilna za izdelek pri temperaturi 20 °C,
- ne vsebuje tujega vonja in ne žarkega vonja in okusa,
- vsebuje največ 0,3 % prostih maščobnih kislin, izraženih kot % oleinske kisline,
- vsebuje največ 0,2 % vode in drugih hlapnih snovi,
- vsebuje največ 50 mg/kg mila (Na-oleinata).

Sestava in fizikalne značilnosti sončičnega olja so prikazane v preglednici 14.

Preglednica 14: Sestava sončničnega olja in fizikalne značilnosti (O'Brien, 2004)

Lastnost	Vrednost
specifična teža (N/m ³), 25 °C	0,915-0,919
refrakcijski index, 25 °C	1,472-1,475
jodovo število	125-136
saponifikacijsko število	188-194
neumiljivo število	0,3-1,3
tališče (°C)	-18 - -20
AOM stabilnost (h)	10-12
voski (%)	0,02-0,35
α tokoferol (ppm)	690-778
β tokoferol (ppm)	21-33
γ tokoferol (ppm)	5-9
miristinska kislina (C 14:0) (%)	□ 0,2
palmitinska kislina (C 16:0) (%)	5,6-7,6
palmitoleinska kislina (C 16:1) (%)	□ 0,3
stearinska kislina (C 18:0) (%)	2,7-6,5
oleinska kislina (C 18:1) (%)	14,0-39,4
linolna kislina (C 18:2) (%)	48,3-74,0
linolenska kislina (C 18:3) (%)	□ 0,2
arahidonska kislina (C 20:0) (%)	0,2-0,4
gadoleinska kislina (C 20:1) (%)	0-0,2
behenska kislina (C 22:0) (%)	0,5-1,3
eruka kislina (C 21:1) (%)	0-0,2
lignocerinska kislina (C 24:1) (%)	0,2-0,3

Sestava sončničnega olja je odvisna tudi od lege rastišča sončnice. Višje vrednosti linolne kisline vsebujejo vrste, ki rastejo v severnejših klimatskih razmerah, tiste na rastiščih v bolj južnih klimatskih razmerah pa so bogatejše na oleinski kislini (Enig, 2000).

2.3.3 Repično olje (olje oljne ogrščice)

Repično olje pridobivajo iz oljne repice oziroma oljne ogrščice vrst *Brassica napus* in *Brassica campestris*. Glede na proizvodnjo semen za rastlinska olja je na tretjem mestu, takoj za sojinim in palminim oljem. Največja izvoznica je Kanada. Repično olje je eno izmed najstarejših rastlinskih olj, vendar se je njegova uporaba za jedilne namene zmanjšala zaradi visoke vsebnosti eruka kisline (C-22:1) in glukozinolata. Za olja z visoko vsebnostjo eruka kisline je bilo ugotovljeno, da povzroča okvare srčne mišice in ožilja. Zaradi tega se je leta 1974 pojavil kultivar z nizko vsebnostjo eruka kisline in glukozinolata. Tako repično olje je dobilo status GRAS in FDA je določila, da je repično olje z največ 2 % eruka kisline, »canola« olje (modificirano repično olje). Modificirano repično olje je zaradi nizke vsebnosti nasičenih maščobnih kislin in vsebnostjo n-6 in n-3 esencialnimi maščobnimi kislinami postalo zdravju prijazno olje (Hui, 1996).

Preglednica 15: Sestava modificiranega repičnega olja in fizikalne značilnosti (O'Brien, 2004; Hui, 1996)

Značilnost	Vrednost
specifična teža (N/m ³), 25 °C	0,914-0,920
refrakcijski indeks, 25 °C	1,470-1,474
viskoznost, 20 °C (mm ² /s)	78,2
točka dimljenja (°C)	220-230
jodno število	110,0-126,0
saponifikacijsko število	182-193
tališče (°C)	-9,0
AOM stabilnost (h)	12-20
voski (%)	0,2
žveplo (ppm)	3-15
klorofil a (ppm)	5-35
α-tokoferol (ppm)	206-287
γ-tokoferol (ppm)	392-465
δ-tokoferol (ppm)	9-25
miristinska kislina (C-14:0) (%)	< 0,2
palmitinska kislina (C-16:0) (%)	2,5-6,0
palmitoleinska kislina (C-16:1) (%)	< 0,6
stearinska kislina (C-18:0) (%)	0,9-2,1
oleinska kislina (C-18:1) (%)	50,0-66,0
linolna kislina (C-18:2) (%)	18,0-30,0
linolenska kislina (C-18:3) (%)	6,0-14,0
arahidonska kislina (C-20:0) (%)	0,1-1,2
gadoleinska kislina (C-20:1) (%)	0,1-4,3
behenska kislina (C-22:0) (%)	< 0,5
eruka kislina (C-22:1) (%)	< 0,1
lignocerinska kislina (C-24:1) (%)	< 0,2
trigliceridi (%)	94,4-99,1
proste maščobne kisline (%)	0,4-1,2
nasičene maščobne kisline (g/100g)	6,6
enkrat nenasičene maščobne kisline (g/100g)	57,2
večkrat nenasičene maščobne kisline (g/100g)	31,5
neumiljive snovi (%)	0,5-1,2

Maščobnokislinska sestava

Repično olje je vsebovalo 20 do 40 % eruka kisline v *B. campestris* in 30 do 50 % v *B. napus*. Zaradi škodljivosti so staro sorto oljne repice zamenjala olja z nižjo vsebnostjo eruka kisline (od 0,2 do 2,0 %). Zato se je spremenila maščobnokislinska sestava.

Povečala se je količina oleinske, linolne in linolenske kisline. Lipoksigenaze povzročajo oksidacijo nenasičenih maščobnih kislin in posredno žarkost (Salunkhe in sod., 1992).

Zaradi nizke vsebnosti nasičenih ($< 7\%$) in visoke vsebnosti enkrat nenasičenih maščobnih kislin ter oleinske kisline je modificirano repično olje podobno oljčnemu olju. Prisotnost linolenske kisline v več kot 5% povzroča hitrejši kvar.

Enkrat nenasičene maščobne kisline so pomembne, ker znižujejo nivo plazemskega LDL holesterola, ki povzroča kardiovaskularne bolezni. Repično olje ima tudi velike količine eikozanojske kisline (C-20:1), katere vsebnost se je pri modificiranem repičnem olju zmanjšala. Ima nižjo vsebnost večkrat nenasičenih maščobnih kislin kot koruzno, bombažovo, sojino ali sončnično olje, vendar več kot oljčno ali palmino olje.

Za boljšo stabilnost modificiranega repičnega olja med cvrenjem in shranjevanjem so znižali delež linolenske kisline na $2,1\%$ in tako se je vsebnost linolne kisline povečala za 7% . Ugoden učinek so ugotovili pri ocvrtem pomfritu (Hui, 1996).

Ugotovili so, da se med cvrenjem pod vplivom visokih temperatur in zraka pri oljih z visoko vsebnostjo linolenske kisline (modificirano repično olje in sojino olje) pojavlja vonj po soji, ribah ali po žarkem. Izmed 138 hlapnih komponent v repičnem olju je kar 43 takih, ki so odgovorne za vonj po ribah in žarkost. Z uporabo antioksidantov naj bi se te napake zmanjšale (Salunkhe in sod., 1992).

Pigmenti

K naravni barvi repičnega olja prispevajo lipokromi in pigmenti kot so karotenoidi, klorofili ter njihovi razgradni produkti. Pigmenti dajo nezaželeno barvo rastlinskim oljem, v prisotnosti svetlobe lahko pospešujejo oksidacijo in inhibirajo katalizatorje uporabljene pri hidrogenaciji. Klorofile in ostale barvne komponente je potrebno odstraniti s postopkom beljenja, saj med hidrogeniranjem ali deodoriranjem nepravilno beljenega modificiranega repičnega olja pride do nastanka zelene barve, ki se težko odstrani. Prav tako pa je težko z beljenjem odstraniti derivate klorofilov (feofitin a in pirofeofitin a ter njuni b izomeri). Skupna vsebnost karotenoidov je od 2 do 3 ppm, kjer je v 70 do 75 % zastopan β -karoten.

Tokoferoli

So neumiljive snovi in naravni antioksidanti, ki preprečujejo oksidacijo maščob. Višja kot je vsebnost nenasičenih maščobnih kislin, večja je tudi vsebnost tokoferolov. Poznanih je več vrst tokoferolov. Največja vsebnost je α -tokoferola (60%) in γ -tokoferola (40%), manj pa je δ -, ϵ - in β -tokoferola. Različne izomere imajo drugačno biološko in antioksidativno aktivnost. α -izomera ima najboljšo biološko aktivnost (vitamin E), γ -izomera pa najboljšo antioksidativno aktivnost. Modificirano repično olje vsebuje predvsem ti dve izomeri, vendar je količina γ -izomere nižja in količina α -izomere višja kot v sojinem olju. β -tokoferol običajno ni prisoten v večini rastlinskih olj (Salunkhe in sod., 1992; Skvarča, 2000b).

Steroli

Skupna vsebnost sterolov (fitosterolov) v modificiranem repičnem olju je od 0,53 do 0,97 %. Glavni predstavniki fitosterolov so brassicasterol, campesterol, stigmasterol in β -sitosterol. Vsebnost sterolov v modificiranem repičnem olju je dva krat večja kot pri sojinem olju in nižja v primerjavi s koruznim.

Kemijska struktura fitosterolov je podobna holesterolu, kar naj bi vodilo do podobnih reakcij in zato prihaja do zaskrbljenosti glede prisotnosti oksidacijskih produktov fitosterolov v prehrani. Med skladiščenjem ocvrte hrane so bili ugotovljeni nekateri oksidacijski produkti, ki so nastali iz fitosterolov (Hui, 1996).

Elementi v sledovih

Modificirano repično olje vsebuje žveplo, ki ima izvor v glukozinolatu. Ta vpliva na hidrogeniranje, ovira delovanje katalizatorja in je odgovoren za tuje arome. Nekatere žveplove komponente imajo tudi pozitivni učinek, saj lahko delujejo kot antioksidanti in varujejo olje pred oksidacijo. Poleg tega vsebuje še fosfor, železo, kalcij, cink, selen (3-10 ppb).

2.3.4 Visoko stabilna rastlinska olja

Nove oljnice so bile vzgojene z namenom pridobivanja posebnih vrst olj z izboljšano oksidativno stabilnostjo.

2.3.4.1 NuSun sončnično olje

NuSun sončnično olje je primer nove vrste sončičnega olja, za katerega je značilna srednje visoka vsebnost oleinske kisline v primerjavi z običajnim sončničnim oljem. Vsebuje manj nasičenih maščobnih kislin, kot običajno sončnično olje in približno enako količino nasičenih maščobnih kislin kot posebno sončnično olje z visoko vsebnostjo oleinske kisline. Osnovne značilnosti NuSun olja so podane v preglednici 11 (O'Brien, 2004).

Preglednica 16: Sestava in fizikalne značilnosti NuSun olja (O'Brien, 2004)

Značilnost	Vrednost
specifična teža (N/m ³), 25 °C	0,915-0,926
refrakcijski indeks, 25 °C	1,463-1,467
jodno število	84-128
saponifikacijsko število	183-198
neumiljive snovi	0,3-0,6
voski (%)	0,02-0,35
AOM stabilnost (h)	25-35
miristinska kislina (C-14:0) (%)	< 1,0
palmitinska kislina (C-16:0) (%)	4,0-5,0
stearinska kislina (C-18:0) (%)	3,0-5,0
oleinska kislina (C-18:1) (%)	50,0-65,0
linolna kislina (C-18:2) (%)	25,0-35,0
linolenska kislina (C-18:3) (%)	< 1,0

2.3.4.2 Visoko oleinsko sončnično olje

S selektivno vzgojo so vzgojili novo, posebno vrsto sončnice, katere sestava je stabilna v različnih klimatskih razmerah. Novo olje se je izkazalo za dobro in uspešno v proizvodnji hrane kot so npr. razni prigrizki, krekerji, žita za zajtrk, za cvrenje, za posebno hrano za dojenčke in starejše in za vse ostale izdelke, kjer je zahteva po uporabi tekočih olj z nenavadno visoko oksidativno stabilnostjo. Izboljšanje oksidativne stabilnosti olj je bil glavni razlog za razvoj sončičnega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline. To so dosegli z zmanjšanjem linolne kisline v olju. Osnovne značilnosti sončičnega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline so podane v preglednici 12 (O'Brien, 2004).

Preglednica 17: Sestava in fizikalne značilnosti sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline (O'Brien, 2004)

Značilnost	Vrednost
specifična teža (N/m ³), 25 °C	0,912-0,915
refrakcijski index, 25 °C	1,467-1,469
jodovo število	78,0-88,0
saponifikacijsko število	188-194
neumiljivo število	0,8-2,0
vosek (%)	0,2-0,35
AOM stabilnost (ure)	38-100
α -tokoferol (ppm)	94-430
β -tokoferol (ppm)	-
γ -tokoferol (ppm)	-
miristinska (C-14:0) (%)	□ 0,1
palmitinska (C-16:0) (%)	3,0-4,8
palmitoleinska (C-16:1) (%)	□ 0,1
stearinska (C-18:0) (%)	2,7-6,5
oleinska (C-18:1) (%)	75,0-85,0
linolna (C-18:2) (%)	8,0-10,0
linolenska (C-18:3) (%)	□ 0,3
arahidonska (C-20:0) (%)	0,2-0,5
gadoleinska (C-20:1) (%)	0,1-0,5
behenska (C-22:0) (%)	0,5-1,1
eruka (C-22:1) (%)	□ 0,1

V preglednici 18 je prikazana primerjava maščobnokislinske sestave navadnega sončničnega olja in sončničnega olja z visoko vsebnostjo oleinske kisline ter navadnega repičnega olja in »canola« olja.

Preglednica 18: Primerjava maščobnokislinske sestave sončničnih in repičnih olj (O'Brien, 2004)

Maščobno kislinška sestava (%)	Sončnično olje (standardno)	Sončnično olje (visoko stabilno)	Repično olje (standardno)	Repično olje (»canola«)
miristinska (C-14:0)	0,1	-	-	0,1
palmitinska (C-16:0)	7,0	3,7	4,0	4,1
palmitoleinska (C-16:1)	0,1	0,1	-	0,3
stearinska (C-18:0)	4,5	5,4	2,0	1,8
oleinska (C-18:1)	18,7	81,3	34,0	60,9
linolna (C-18:2)	67,5	9,0	17,0	21,0
linolenska (C-18:3)	0,8	-	7,0	8,8
arahidonska (C-20:0)	0,4	0,4	-	0,7
gadoleinska (C-20:1)	0,1	-	9,0	1,0
behenska (C-22:0)	0,7	0,1	-	0,3
eruka (C-22:1)	-	-	26,0	0,7
lignocerinska (C-24:1)	-	-	-	0,2

2.4 TOPLOTNA OBDELAVA MESA S CVRENJEM

2.4.1 Cvrenje

Cvrenje uvrščamo med suhe toplotne postopke, pri katerem je prenosnik toplote velika količina zmerno (do približno 180 °C) segrete maščobe. V maščobo potopimo živilo, ki med postopkom pridobi zlatorumeno barvo površine. To je rezultat neencimskega porjavenja (t.i. Maillardove reakcije), živilo pridobi tudi ustrezno hrustljivost, ki se je oblikovala na površini hrane zaradi dehidracije in atraktivno, polno aromo, h kateri prispeva absorbirana maščoba. Postopek imenujemo tudi imerzijsko pečenje ali toplotna kopel. Meso in perutnina sta za cvrenje zelo primerna, saj ne vsebujeta prevelikih količin maščobe (Skvarča, 2000a).

Potrošniki pričakujejo kakovostne cvrte izdelke in prehransko kar najbolj primeren izdelek. Zato moramo biti pozorni predvsem na :

- vrsto in kakovost uporabljene maščobe;
- pogoje cvrenja in upoštevanje temeljnih načel cvrenja;
- doseženo končno središčno temperaturo v živilu in
- vrsto uporabljenega živila.

Nezaželjena je oljavost ocvrtih izdelkov zaradi prevelike absorpcije maščobe (prenizka temperatura cvrenja, »utrujena« maščoba). Številne nepravilnosti, ki se pojavijo v praksi pri cvrenju, poslabšajo kakovost ocvrtih jedi, zmanjšajo hranilno vrednost živila ali celo povzročijo nastanek škodljivih maščobnih komponent, ki se posredno vpijejo v živilo. Pomembne so tudi specifične interakcije med živilom in maščobo za cvrenje, ki vplivajo na kakovost olja ali druge maščobe za cvrenje.

Med cvrenjem živil potekajo naslednji procesi:

- vlaga na površini ali v notranjosti živila oblikuje paro,
- temperatura maščobe se zniža ob dodatku živila,
- visoke temperature pospešijo reakcije med komponentami živila in reakcije v maščobi,
- dehidracija površine in absorpcija maščobe omogočita zaželen okus in primerno teksturo živila (Boskou, 2003).

Med cvrenjem potekata toplotni in masni prenos. Toplota se prenaša od toplotnega vira do površine s konvekcijo, v notranjost živila pa s kondukcijo. Površina živila se pri tem segreje na okoli 100 °C. Pri masnem prenosu gre za izhajanje pare (dehidracijo), hlapnih sestavin (destilacijo) in ekstrakcijo. Para in hlapne komponente potujejo iz notranjosti proti površini živila, kjer se izločajo in uparjajo. Para izhaja dokler živila ne odstranimo iz cvrtnjaka in kaže na to, da je parni tlak vode znotraj živila višji kot v okolju. Prav tako para tudi omejuje absorpcijo maščobe v živilo (Boskou, 2003) .

Temeljna načela cvrenja so naslednja:

- Maščobo segrevamo le do temperature, ki je potrebna za pripravo jedi (150 – 180 °C). Pozorni moramo biti na zgornjo temperaturo, ki je ne smemo prekoračiti. Zagotoviti moramo majhno nihanje temperature, tudi pri uporabi zamrznjenega živila.
- Čas cvrenja posamezne šarže in število cvrenj v isti maščobi ne smemo prekoračiti. Predhodno določimo čas cvrenja živila, ki mora biti ustrezen za posamezno vrsto mesa, njegovo obliko (s panado ali brez), velikost in sestavo živila (povečana količina vode, sladkorja, beljakovin v sestavi). Običajno v praksi vnos živila v medij ne poteka kontinuirano in maščoba se ves čas segreva pri visoki temperaturi, zato moramo upoštevati skupen čas segrevanja maščobe. Na segrevanje so najbolj občutljive maščobe, ki že vsebujejo onesnaženja kot so delci škroba (panade) in drugi delci, ki jih moramo odstraniti.
- Maščobo moramo po uporabi filtrirati in ohladiti ter hraniti do naslednje uporabe pri temperaturi blizu 0 °C in v temnem prostoru. Kontinuirano delovanje cvrtnjaka za daljši čas, ob odstranjevanju nečistoč iz maščobe, ohrani boljšo kakovost maščobe in izdelkov, ki se cvrejo v njej.
- Cvrenje, namesto v nizkih, izvajamo v globokih cvrtnjaki, ker je tako dostop kisika manjši.
- Za cvrenje uporabljamo živila, ki vsebujejo majhen % vode ali jim je bila vlaga predhodno odvzeta.
- Cvrtnjak moramo po uporabi temeljito očistiti in ga osušiti pred naslednjo uporabo.
- Živilo solimo po koncu toplotne obdelave, ker je sol katalizator oksidacije maščob.
- Deli cvrtnjaka, ki prihajajo v kontakt s segreto maščobo morajo biti iz kakovostnega nerjavečega jekla, ki v sestavi ne vsebuje bakra ali kroma in na površini nima poškodb (Žlender, 1991).

2.4.2 Maščobe za cvrenje

2.4.2.1 Značilnosti in zahteve za maščobe za cvrenje

Za cvrenje uporabljamo rastlinske in živalske maščobe. Vrsta in kakovost uporabljene maščobe je zelo pomembna in mora izpolnjevati naslednje pogoje (Žlender, 1991; Skvarča, 1995):

- Maščoba mora biti nevtralne arome. Tuje arome v rafiniranem olju ne smejo obremenjevati živila že v prvih zaporednih šaržah cvrenja.
- Mora biti toplotno stabilna na oksidativne, hidrolitične, polimerizacijske in druge nezaželene spremembe med dolgotrajnim segrevanjem. Termostabilnost maščobe je povezana z maščobno kislinsko sestavo (bolj stabilne so enkrat nenasičene maščobne kisline), čeprav je odvisna tudi od drugih dejavnikov (naravni in dodani antioksidanti, sinergisti, stabilizatorji).
- Imeti mora nizko absorpcijsko sposobnost, ki omogoča pripravo manj mastnega ocvrtega živila.
- Oblikuje atraktivno zlatorumeno, hrustljivo zapečeno površino.
- Imeti mora visoko točko dimljenja.
- Imeti mora nizko sposobnost vezanja in prenosa tujih arom.
- Se ne peni med segrevanjem, ker pena povzroča slabo prevajanje toplote in poveča absorpcijo maščobe.
- Daje izdelku izenačeno kakovost.
- Je lahko prebavljiva.
- Imeti mora dolgo indukcijsko fazo.
- Vsebuje majhen delež prostih maščobnih kislin.
- Imeti mora nizko peroksidno število.
- Ne vsebuje visoke vsebnosti prostih polarnih snovi.
- Ni onesnažena z nečistočami.
- Ne vsebuje večjih količin vode in drugih hlapnih snovi.

2.4.2.2 Spremembe v maščobah za cvrenje

Med cvrenjem je maščoba izpostavljena visokim temperaturam v prisotnosti atmosferskega kisika in vlage iz živila. V tem času v maščobi potekajo številne kemijske reakcije. Med najpomembnejše uvrščamo naslednje (Zelenik-Blatnik, 1992):

Hidroliza

Hidrolitične spremembe povzroča para, ki izhaja iz živila zaradi povišane temperature. Pri reakciji razpadejo esterske vezi triglicerolov na glicerol, proste maščobne kisline, monogliceride, digliceride. Nizkomolekularne proste maščobne kisline so zaradi večje hlapnosti in nizkega praga zaznave povzročitelji neprijetnih arom maščobe, medtem ko so

visokomolekularne maščobne kisline nehlapne in jih ne zaznamo. Za hidrolizo je potrebna voda, zato je proces odvisen od količine izločene vode iz živila.

Oksidacija

Ločimo dva procesa oksidacije lipidov in sicer avtooksidacijo ter encimsko oksidacijo. V obeh so kot začetni substrat proste maščobne kisline, ki reagirajo s kisikom. Razlika je v tem, da encimska oksidacija poteče pod vplivom encimov lipoksigenaz, avtooksidacija pa poteče spontano neencimsko. Avtooksidacija poteče preko več faz: začetne, razvojne in zaključne. V prvi fazi proces poteka počasi, nastali razgradni produkti pa pospešijo oksidacijske spremembe.

Oksidacijo pospešujejo številni dejavniki:

- vsebnost nenasičenih maščobnih kislin
- prisotnost kisika
- UV svetloba
- toplota
- katalizatorji (kovine, soli) in
- drugo (mešanje olja, kontaminanti in delčki snovi iz živila).

Termooksidacija

Termooksidativne spremembe so za spremembo kakovosti maščob najpomembnejše. Zaradi visokih temperatur (200 °C) in kisika prihaja ob avtooksidaciji tudi do termooksidativnih sprememb. Majhne količine hidroperoksida nastanejo med oksidacijo nenasičenih maščobnih kislin pri nizkih temperaturah. Pri povišanih temperaturah pa se hidroperoksidi hitro razgradijo, delujejo katalitično in pospešijo nadaljnjo razgradnjo, pri čemer nastanejo sekundarni produkti oksidacije. Količina nastalih polimerov je neposredno odvisna od sestave maščobe za cvrenje in pogojev dela.

Polimerizacija

Polimerizacija poteka pri visokih temperaturah (200-300 °C) vzporedno z avtooksidacijo in vodi do njene naravne prekinitve. Pri tem nastajajo nehlapne in stabilne spojine z visoko molekulsko maso, kot so dimeri, trimeri in polimeri. Polimerizacija povzroča penjenje maščobe pri cvrenju, vpliva na mastnost ocvrte hrane in poveča viskoznost olja. Z naraščanjem viskoznosti pa narašča tudi absorpcija olja. Produkti polimerizacije lahko pomembno zmanjšajo resorpcijo hranil v prebavilih.

Ciklizacija

Običajno poteka ciklizacija v maščobnih molekulah pri visokih temperaturah. Pri tem iz večkrat nenasičenih maščobnih kislin najprej nastanejo konjugirane maščobne kisline, ki nato s ciklizacijo preidejo v ciklične maščobne kisline, ki med cvrenjem vplivajo na temnenje maščobe.

Izomerizacija

Pri segrevanju maščob nad 170 °C prihaja do izomerizacije dvojnih vezi, pri čemer nastanejo *cis* in *trans* izomere maščobnih kislin. V maščobah je naravno prisotna le *cis* oblika maščobnih kislin, ki pa je bolj reaktivna kot njihove *trans* izomere. *Trans*-maščobne kisline so za zdravo prehrano nezaželene.

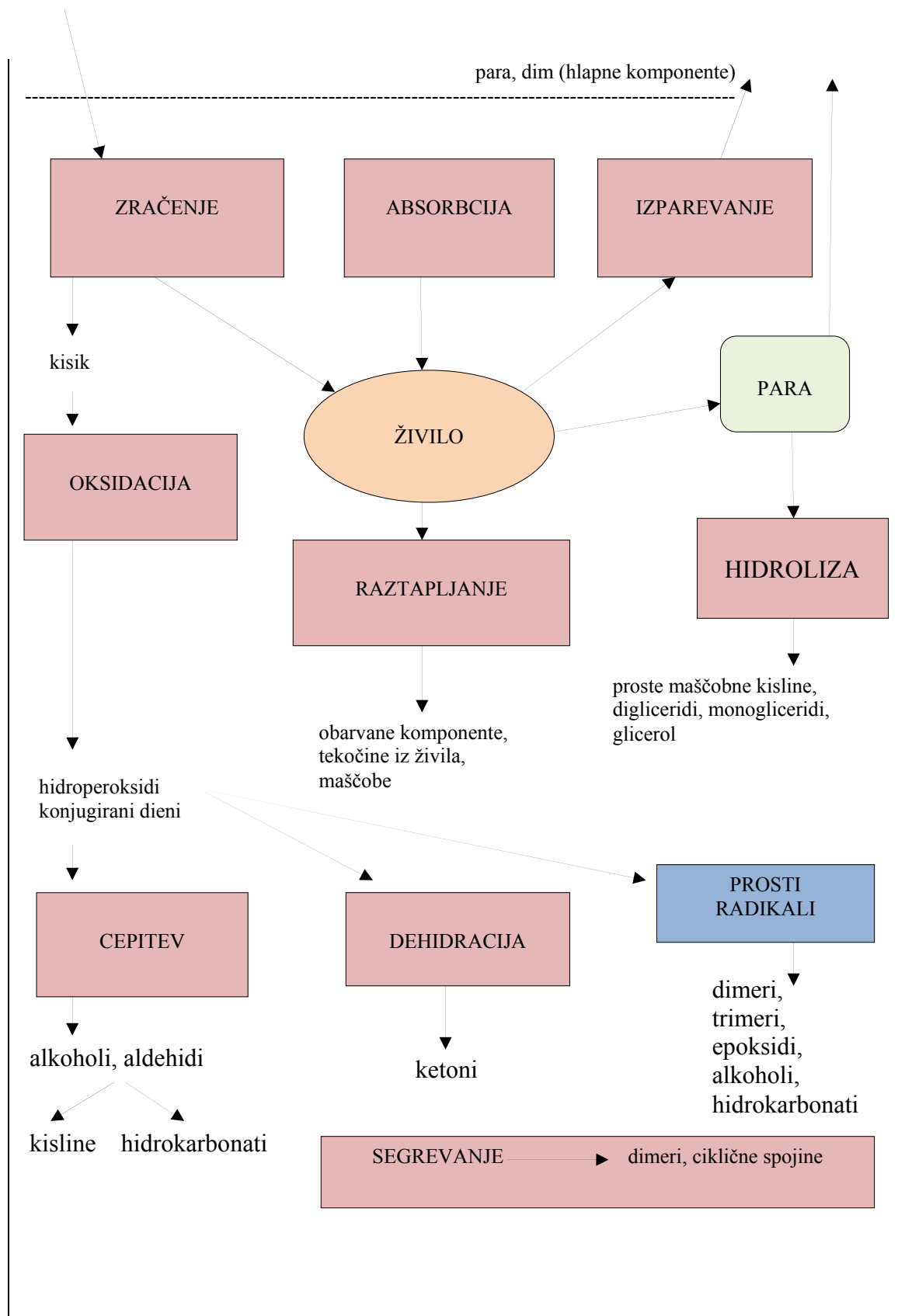
Neencimsko porjavenje

Toplotno oksidirane maščobe oziroma njihovi produkti lahko reagirajo z drugimi nelipidnimi komponentami v živilu (beljakovine, ogljikovi hidrati, minerali) in sodelujejo v reakcijah neencimskega porjavenja (t.i. Maillardova reakcija), pri katerih nastanejo melanoidi. S senzoričnega vidika je to nezaželen proces, saj vpliva na temnenje maščob za cvrenje ter na barvo, aromo in vonj ocvrtega živila. Nekateri produkti neencimskega porjavenja so tudi zdravju škodljivi.

Hidrolitične, oksidativne in termooksidacijske kemijske reakcije med cvrenjem proizvajajo hlapne in nehlapne razgradne produkte. Na naravo in število teh produktov vplivajo pogoji cvrenja in vrsta ocvrtega živila.

Hlapni produkti razgradnje večinoma nastanejo z destilacijo in se odstranijo iz medija za cvrenje s paro, ki nastane med cvrenjem. Na začetku cvrenja naraščajo v maščobi in se med postopkom znižujejo. Med te uvrščamo predvsem sekundarne produkte oksidacije (aldehidi, ketoni, alkoholi, karboksilne kisline, ogljikovodiki) in vplivajo na kakovost (vonj) maščobe, ki je bila uporabljena pri cvrenju (Boskou, 2003). To so produkti, ki so nastali z razgradnjo hidroperoksidov in so labilni pri visokih temperaturah, zato se hitro razgrajujejo. Hlapni produkti se ne absorbirajo v ocvrto hrano, vendar vplivajo na nastanek nehlapnih produktov razgradnje. Mehanizem nastanka teh komponent je pomemben pri razumevanju kemijskih reakcij, ki nastajajo med cvrenjem. Pozornost je potrebno nameniti tudi njihovi škodljivosti, saj jih vdihava osebe, ki dela ob cvrtnjaku, poleg tega pa vplivajo na aromo ocvrte hrane, ki je deloma odvisna od hlapnih komponent, nastalih v olju (White, 1991).

Nehlapni produkti razgradnje, ki ostanejo v maščobi za cvrenje, pospešujejo njeno nadaljnjo razgradnjo in se absorbirajo v ocvrto živilo. To so produkti polimerizacije (dimeri, trimeri, polimeri), ciklizacije (ciklični monomeri), izomerizacije (*cis*, *trans* izomere maščobnih kislin) in hidrolize (monogliceridi, digliceridi, maščobne kisline z visoko molekulsko maso, glicerol). Stopnja sprememb in tipi komponent, ki se oblikujejo v maščobi je odvisna zlasti od pogojev segrevanja (temperature, časa in trajanja), nenasičenosti maščobe in količine antioksidantov. Nehlapni produkti razgradnje povzročajo fizikalne spremembe v maščobi (povečanje viskoznosti, barva, penjenje) in kemijske spremembe (povečanje vsebnosti prostih maščobnih kislin, saponifikacijskega števila, znižanje nenasičenosti). Nastale visokomolekularne komponente so zanesljiv indikator razgradnje maščob, saj je njihova akumulacija stalna in enakomerna (White, 1991). Olja, ki so segrevana nekontinuirano, so podvržena večji stopnji razgradnje (Boskou, 2003).



Slika 1: Spremembe v živilu in olju med cvrenjem (Orthoefer in sod., 1996)

2.4.3 Kontrola kakovosti maščob med cvrenjem

Kompleksne oksidacijske in termooksidacijske reakcije v postopku cvrenja povzročijo v maščobah in oljih številne spremembe. Razgradni produkti, ki se med procesom oblikujejo so zdravju škodljivi, poleg tega vplivajo na prehransko in senzorično vrednost maščobe in ocvrtega živila.

Izbor metod kontrole kakovosti maščob med cvrenjem je odvisen od finančnih zmožnosti izvajalca, časa trajanja analize in želene natančnosti merjenja. V sistemih javne prehrane se z namenom zagotavljanja izenačenosti ponudbe izvaja nadzor nad kakovostjo surovine in postopkom cvrenja.

2.4.3.1 Kemijske metode

Za nadzor kakovosti rabljenih maščob se analizirajo maščobna števila.

Kislinsko število

Proste maščobne kisline so pokazatelj svežine maščob oziroma indikator kakovosti maščob. V začetnih fazah cvrenja nastajajo maščobne kisline zaradi oksidacije maščobe, kasneje pa zaradi hidrolize maščobe ob prisotnosti vlage in visokih temperatur. Količina prostih maščobnih kislin v olju naraste, poslabšajo se vonj, aroma in druge značilnosti. Kislinsko število predstavlja vse kisle komponente v maščobi ali olju. Priporočena vrednost je med 1 in 2 % prostih maščobnih kislin, merjenih v odstotkih oleinske kisline (Rade in sod., 1997). Kislinsko število je v inverzni korelaciji s točko dimljenja.

Peroksidno število

S peroksidnim številom določamo primarne produkte oksidacije, to je perokside. Peroksidi so brez vonja in hitro razpadejo na številne produkte. Peroksidno število je v korelaciji z začetnimi stopnjami oksidacije maščob in ni najprimernejši indikator arome, saj najprej naraste do maksimuma, s časom shranjevanja pa pada. Visoko peroksidno število je običajno pokazatelj slabe arome, vendar to še ne pomeni, da je nizka vrednost značilna za dobro aromo (O'Brien, 2004). Iz tega razloga se peroksidno število ne uporablja za zanesljivo metodo določanja kakovosti maščob.

Anizidinsko število

Z anizidinskim številom določamo količino α in β aldehydov, predvsem 2-alkenalov, ki nastanejo z razgradnjo peroksidov med oksidacijo. Metoda temelji na tem, da ob prisotnosti očetne kisline, p-anizidin reagira z aldehydno komponento v maščobi, pri čemer nastane rumenkasta barva, ki je merljiva pri 350 nm. Ob prisotnosti konjugiranih dvojnih vezi v aldehydih je absorbanca višja.

Anizidinsko število je merilo za sekundarno oksidacijo. Z njim spremljamo kakovost surovega olja in način kako se ga tretira med procesom predelave, ni pa primerno za detekcijo oksidacije maščob.

Jodovo število

Pomemben pokazatelj je tudi znižanje jodnega števila med cvrenjem. Ker nam jodno število daje vpogled v vsebnost nenasičenih maščobnih kislin, je njegovo znižanje neposredno povezano z oksidacijskimi spremembami in je tudi merilo tovrstnega kvara. Z znižanjem jodnega števila se spreminja tudi sestava maščobnih kislin, znižuje se vsebnost nenasičenih maščobnih kislin, kar pomeni tudi manjšo prehransko vrednost olja (Vidmar in Oštrić-Matijašević, 1992).

TBK test

Test s tiobarbiturno kislino uporabljamo za določanje oksidacijske stopnje masti ali olja. Osnova testa je tvorba rdečega barvila, ki nastane iz tiobarbiturne kisline in malonaldehida pri segrevanju. Malonaldehid je produkt oksidacije večkrat nenasičenih maščobnih kislin. Barvilo kaže značilni adsorpcijski maksimum pri valovni dolžini 532 nm.

2.4.3.2 Hitri kemijski testi

Hitri kemijski testi temeljijo na kemijskih reakcijah ali fizikalnih značilnostih. Uporabni so, če se pogoji cvrenja ne spreminjajo in se uporablja enako olje za živila in cvrenje (Boskou, 2003). Z njimi dobimo okvirne rezultate, ki pa morajo biti primerljivi z rezultati dobljenimi s klasičnimi metodami.

Oxifrit test

Oxifrit test je kolorimetrični test za ugotavljanje žarkosti maščobe. Ta test vsebuje redoks indikator, ki reagira z oksidiranimi spojinami v maščobi, pri čemer pride do spremembe barve iz modre v olivno zeleno. Barvo primerjamo z barvno lestvico.

Fritest

Fritest je kolorimetrični test, s kateri ugotavljamo hidrolitični kvar maščob in je pokazatelj vsebnosti karbonilnih spojin. Karbonilne komponente reagirajo z reagentom, pri čemer pride do spremembe barve od svetlo rumene do oranžno rjave. Barvo primerjamo z barvno lestvico.

Test 3M

Test 3M je kolorimetrični test, s katerim se zaznava delež prostih maščobnih kislin od 1 do 2,5 % s pomočjo indikatorskih lističev, ki vsebujejo nehlapne dolgoveržne alkohole,

kovinske karbonate in indikatorje barve. Indikatorski lističi spremenijo barvo glede na količino prostih maščobnih kislin.

F.O.S. (Food Oil Sensor)

S F.O.S. aparatom merimo dielektrično konstanto v segrelih oljih, ki so rezultat oblikovanja številnih polarnih molekul. Večja razgradnja maščob pomeni večjo količino nastalih polarnih molekul, kar posredno poveča dielektrično konstanto. Voda ali maščoba, ki se izloči iz ocvrtih živil, lahko motita merjenje. Dielektrične konstante svežih olj se razlikujejo, večja nasičenost pomeni nižjo vrednost (White, 1991).

2.4.3.3 Fizikalne metode

Točka dimljenja

Točka dimljenja je pokazatelj za netrigliceridne komponente: proste maščobne kisline, monoacilglicerole, diacilglicerole in heksan, ki niso zaželeni med cvrenjem (Baur, 1995). Z AOCS metodo se meri temperatura, pri kateri se opazi dim. Merjenje se izvaja v laboratorijski aparaturi, ki je zavarovana pred motečimi snovmi in pri določeni svetlobi. Maščobne kisline z nižjo molekularno maso (mono- in diacilgliceroli) imajo slabšo rezistenco na dimljenje (O'Brien, 2004). Na točko dimljenja vpliva tudi viskoznost maščobe. Maščobe z večjo viskoznostjo se hitreje absorbirajo v živila. Sveže maščobe imajo točko dimljenja med 220 in 240 °C.

Lomni količnik

Lomni količnik je značilna vrednost za nekatere vrste olja in masti. Zaradi tvorbe trans izomer med hidrogenacijo se lahko pojavijo napake. Lomni količnik merimo z Abbejevim refraktometrom, katerega glavni sestavni del sta prizmi, med kateri nanese vzorec olja. Prizmi sta obdani z votlim ohišjem, kjer kroži termostatisirana voda, ki omogoča stalno temperaturo 20 °C. Lomni količnik se zmanjša z naraščanjem temperature in narašča z dolžino verige maščobne kisline in številom dvojnih vezi.

Barva maščobe

Barva maščobe med cvrenjem temni. Na temnenje vpliva vrsta in količina živila, ki se cvre, interakcije med maščobnimi kislinami, dimeri, polimeri in ostalimi snovmi, ki so prisotne v olju in živilih.

Barvo lahko merimo kolorimetrično z Lovibondovim tintometrom, kjer primerjamo barvo vzorca s standardnimi stekli. Rezultati so podani v delih rumene in rdeče barve. S kromometrom Minolta pa merimo barvni indeks, pri čemer upoštevamo L^* vrednost (dimenzija je svetlo-temno), kjer nižja vrednost predstavlja temnejšo barvo olja.

2.4.3.4 Instrumentalne metode

Maščobnokislinska sestava

Sprememba maščobnokislinske sestave olja je posledica oksidacije, polimerizacije, ciklizacije in hidrolize. Linolenska kislina je v rastlinskih maščobah odgovorna za slabšo aromo (po ribah, kislem) in poslabšanje celotne kakovosti ocvrtih živil. Zmanjšanje vsebnosti linolenske kisline poveča oksidativno stabilnost rastlinske maščobe. Oleinska kislina je proti oksidaciji stabilna in ima nevtralen okus (Boskou, 2003).

Metoda s plinsko kromatografijo je zamenjala klasično določanje maščobnih kislin. Vsaka maščobna kislina ima specifično tališče, ki narašča z dolžino verige in se znižuje s stopnjo nenasičenosti (O'Brien, 2004).

Sodobna metoda ima nekaj prednosti, saj omogoča identifikacijo izvora olja. Analiza je hitra, uporabna je za rafinirana in nerafinirana olja, potreben je le en set standardov (O'Brien, 2004).

Polarne spojine

Določanje polarnih spojin je najpogostejša metoda za določanje razgradnje maščob za cvrenje. Akumulacija polarnih spojin je pokazatelj hidrolize in oksidacije. Maščobo, ki ima več kot 25 % polarnih komponent je potrebno zavreči, saj je to meja, ki kaže na visoko razgradnjo maščob. Ta vrednost se ujema z mejo za vsebnost oksidiranih maščobnih kislin (topne v petrol etru), ki je 0,7 %. V raziskavah (Rade in sod., 1997) so primerjali vsebnost polarnih komponent v svežem in rabljenem olju za cvrenje. Ugotovili so, da je bila vsebnost polarnih komponent v rastlinskem olju (repično: sojino olje, 80:20) večja kot v palminem olju. Rastlinsko olje je bilo uporabno za cvrenje 44 ur, palmino olje pa pri istih pogojih 80 ur (Rade in sod., 1997). Maščobe z višjo vsebnostjo nenasičenih maščobnih kislin tvorijo več polarnih spojin kot bolj nasičene maščobe.

Za določanje polarnih spojin se največ uporablja kolonska kromatografija na silikagelu, lahko pa tudi alternativna tehnika, ki uporablja Iatroscan tankoplastno kromatografijo/plamensko ionizacijski sistem (Boskou, 2003).

2.4.4 Spremembe v živilu med cvrenjem

Pri prehrani ljudi z mesom in izdelki niso pomembne le začetna prehranska vrednost, higienska neoporečnost in senzorične lastnosti, ampak tudi njihovo ohranjanje med nadaljnjimi postopki. Pri tem imajo pomembno vlogo maščobe v mesu. Lahko se razgradijo in povzročajo spremembe med skladiščenjem, pripravo in predelavo mesa in izdelkov.

Oksidacija maščob je eden od primarnih mehanizmov razgradnje, ki predstavlja glavni vzrok za pojav priokusov in žarkosti. Vpliva tudi na mnoge druge reakcije, ki zmanjšajo obstojnost in prehransko vrednost živil.

Med toplotno obdelavo mesa poteka termooksidacija, ki je le nadaljevanje začetne faze oksidacije lipidov. Maščobe so med toplotno obdelavo izpostavljene oksidaciji in hidrolizi ter drugim procesom (polimerizaciji, ciklizaciji, izomerizaciji). Na oksidacijo lipidov vplivajo različni postopki priprave mesa. Reakcije so odvisne od:

- načina toplotne obdelave,
- prisotnosti kisika,
- temperature,
- sestave maščob in njihovih fizikalnih lastnosti,
- prisotnosti drugih spojin, s katerimi reagirajo prosti radikali.

Merilo oksidacije lipidov po toplotni obdelavi je količina malonaldehida v mesu. Postopek cvrenja vpliva na njegovo povečano vsebnost (Skvarča, 2000b). Posebno vlogo pri razgradnji maščob ima postopek cvrenja v maščobah rastlinskega in živalskega porekla. Zaradi večkratne zaporedne obdelave živil v isti maščobi pri visokih temperaturah, nastajajo še dodatni termooksidacijski razgradni produkti maščob. Spremembe so odvisne od surovine in procesa cvrenja.

Cvrenje povzroča kvantitativne spremembe v živilu kot sta energijska in hranilna vrednost živila ter kvalitativne spremembe prehranske vrednosti, ki vplivajo na okusnost, prebavljivost in metabolično izkoristljivost hrane.

Kvantitativne spremembe hranilne vrednosti

Med cvrenjem se zaradi izgube vode masa izdelka zmanjša. Po cvrenju se vsebnost beljakovin in mineralov bistveno ne spremeni. Pri izdelkih z nižjo vsebnostjo maščobe se opazi manjša izguba Na, K in Mg, količina Zn, Cu, Fe in Mn pa se rahlo zniža samo v določenih primerih (Varela in sod., 1988). Zaradi absorpcije maščobe se vsebnost maščobe lahko poveča za 15% in več. Pri izdelkih, ki že sveži vsebujejo večjo količino maščobe, se količina maščobe po cvrenju bistveno ne spremeni. Prav zaradi izmenjave maščobe med medijem za cvrenje in živilom je pomembno, da v maščobi za cvrenje niso presežene mejne vrednosti pokazateljev termičnega kvara (Skvarča, 2000a).

Kvalitativne spremembe hranilne vrednosti

Med cvrenjem nastajajo spremembe v maščobnokislinski sestavi maščobe. Vsebnost posameznih maščobnih kislin po cvrenju je odvisna od vsebnosti teh kislin v surovem živilu in v maščobi za cvrenje. Ocvrtemu mesu lahko s kakovostjo olja, v katerem cvremo bistveno spremenimo maščobnokislinsko sestavo, kot tudi vsebnost maščobe pri končnem izdelku.

Povečana količina maščobe v ocvrtem živilu poveča njegovo energijsko vrednost, hkrati pa maščoba pomaga pri transportu v maščobah topnih snovi.

2.5 SENZORIČNE LASTNOSTI MAŠČOB IN OCVRTEGA MESA

2.5.1 Splošno o senzoričnih lastnostih

Senzorična analiza je priznana in drugim vedam enakovredna znanstvena disciplina. To je opisovanje in ocenjevanje lastnosti živila s človeškimi čuti. Cilj senzorične analize je definirati posamezne senzorične lastnosti ter zagotoviti pomembne in uporabne informacije različnim profilom živilske stroke, to je tistim, ki izdelek razvijajo, kot tudi tistim, ki imajo kot potrošniki možnost vplivati na senzorične lastnosti izdelka. Senzorična analiza obsega niz različnih tehnik in načinov, ki omogočajo natančno merjenje človekovega odziva na hrano, minimizirajo možne stranske učinke ocenjenega izdelka ter zunanje učinke, ki vplivajo na preskuševalčevo oz. potrošnikovo zaznavo. Senzorično analizo lahko izvedemo na različne načine, vendar je ne glede na način ocenjevanja pomembno, da delamo z vnaprej izbranimi metodami, da na začetku poskusa postavimo ustrezno hipotezo in določimo način obdelave rezultatov. Zanesljivost dobljenih rezultatov je v največji meri odvisna od izbrane metode in njene izvedbe (Golob in sod., 2006b).

Senzorične zaznave

Kot merilni instrument nam v senzorični analizi služijo čutila: oči, nos, usta, ušesa. V njih so nameščeni receptorji za zaznavanje videza, barve, okusa, vonja, temperature, teksture, bolečine, pookusa itd.

Občutek in zaznava vonja

Specifične snovi, ki sodelujejo pri oblikovanju vonja, so hlapne. Do olfaktornega aparata oziroma receptorjev lahko prispejo z zračnim tokom skozi nosni odprtini (pri vonjanju živila) ali med dihanjem z zračnim tokom skozi žrelo (snovi, ki so se sprostile med žvečenjem) (Golob in sod., 2006b).

Olfaktorni sistem je slab razločevalec intenzivnosti vonja in sočasno odličen razločevalec kakovosti vonja. Pri velikem številu vzorcev lahko nastopi adaptacija in zato slabši odzivi na oceno vonja (Golob in sod., 2006b).

Občutek in zaznava okusa

Osnovne okuse zaznavamo na jeziku, trdem nebu in v žrelu. Recepcija okusa se prične s kontaktom med kemično snovjo, raztopljeno v vodi in okušalnimi brbončicami na površini jezika, žrela, trdega neba. Občutljivost zaznavanja posameznih okusov je na jeziku drugačna kot na trdem nebu. Na jeziku intenzivneje zaznavamo sladko in kislo, na trdem nebu pa močneje okušamo slano in grenko. Pri okušanju osnovnih raztopin okusov je potrebno upoštevati, da je včasih zaznava bolj intenzivna na jeziku, včasih pa na trem nebu, zato moramo poskrbeti, da raztopine oblijejo celotno ustno votlino.

Sladko zaznamo bolj intenzivno na jeziku kot na trdem nebu, podobno tudi majhne koncentracije slanega, medtem ko večje koncentracije slanega zaznamo bolj intenzivno na trdem nebu. Tudi pri kislem in grenkem je zaznava odvisna od koncentracije: pri majhnih

koncentracijah zaznamo enako intenzivno na jeziku in trdem nebu, pri večjih koncentracijah pa bolj intenzivno na trdem nebu. Značilno je tudi, da grenek okus ali nek pookus zaznamo šele, ko nam živilo zdrsne po grlu navzdol (Golob in sod., 2006b).

Občutek in zaznava vida

Vidne zaznave posreduje oko, ko sprejme svetlobne žarke, ki se odbijajo od predmetov in jih prenese preko zenice na mrežnico, kjer paličice in čepki pretvarjajo optično sliko v posebno dejavnost živčevja. Možgani živčne dražljaje zaznajo kot izgled in barvo predmetov (Golob in sod., 2006b).

Taktilni občutek in zaznava

Mehanski receptorji ročne taktilne zaznave se nahajajo v koži, tkivih pod njo, sklepah, kitah, mišicah in pridejo v poštev le pri vrednotenju površinskih lastnosti živil. Vse zaznave v zvezi z lego roke, sklepov rok, silo, opisujemo z izrazom ročna kinestezija.

Taktilni občutki v ustih so receptorji na jeziku, dlesnih, sluznici, nebu in okrog korenov zob, v sklepah, kitah in mišicah, ki sodelujejo pri žvečenju. Receptorji so opremljeni s terminalnimi filamenti, upogibanje ali natezanje teh filamentov razdraži receptor. Pri vrednotenju živil pride le do lahkega draženja, oralnega zaznavanja površinskih lastnosti živil, ki mu pravimo občutek v ustih. Vse te zaznave imenujemo oralna haptestezija.

S taktilnimi receptorji v korenih zob ter sklepah, kitah in mišicah zaznavamo silo, potrebno za razdevanje med žvečenjem. Zaznava je inducirana z impulzi iz periodontalnih in sklepnih (mišičnih) receptorjev. Zaznavamo trdoto, mehkobo, žilavost, krhkost, lepljivost, in žvečljivost. Vse te zaznave gibanja in sile imenujemo oralna kinestezija (Golob in sod., 2006b).

Aroma

Živilo je sestavljeno precej kompleksno, saj so komponente živila povezane v razne fizikalno kemične komplekse. Fiziološke in anatomske značilnosti ter kompleksna sestava živila med okušanjem v ustih pogojujejo posebno zaznavo, ki je interakcija med zaznavo vonja, okusa in taktilnimi zaznavami. Med okušanjem v ustih potekajo trije procesi.

Med žvečenjem, razdevanjem in premikanjem živila v ustih se sproščajo mnoge, v vodi topne snovi, nosilci posameznih okusov (sladko, grenko, slano, kislo) in učinkujejo na aparat okusa na jeziku.

Sproščajo se tudi številne hlapne snovi (topne v maščobah in vodi), ki so nosilci vonja. Med dihanjem odnese tok zraka hlapne snovi do olfaktornega aparata, na katerega učinkujejo. Podobno kakor okusi, se posamezni vonji kombinirajo v kompleksnejšo vonjalno zaznavo.

Potekajo tudi fizikalni učinki na sluznico ust. Med žvečenjem se vzdražijo tudi mehanski receptorji v ustih in različne mehanske, kemične in toplotne zaznave se kombinirajo v enotno kompleksno zaznavo, to je »občutek v ustih«. Sem štejemo temperaturo, obliko živila, ipd.

Med okušanjem v ustih pride sočasno do treh kompleksnih zaznav, vonjalno-okusne-taktilne interakcije in do zlivanja vseh treh zaznav v enotno, še kompleksnejšo zaznavo, ki jo imenujemo aroma (Golob in sod., 2006b).

2.5.2 Senzorični preskusi

Senzorične preskuse delimo v dve skupini (Golob in sod., 2006b; Melton, 1996):

Afektivni ali subjektivni preskusi

Pri tej vrsti preskusov gre za subjektivno preskušanje, pri katerem preskuševalci ocenijo priljubljenost in izražajo svoj osebni odnos do vzorca. Vključuje 50 do 100 netreniranih, naključno izbranih ljudi. Poznamo več vrst afektivnih preskusov kot so preskus dajanja prednosti, preskus rangiranja, hedonski preskus.

Analitični ali objektivni preskusi

Pri tej vrsti preskusov gre za nepristransko preskušanje, ki ga pod natančno določenimi pogoji izvajajo izšolani preskuševalci in izvedenci (5 do 20). Analitične preskuse delimo na diskriminacijske ali razločevalne in deskriptivne ali opisne preskuse.

Pri diskriminacijskih preskusih ocenjevalci ugotavljajo razlike med posameznimi preskusi. Teh preskusov se poslužujemo, ko pričakujemo majhne razlike v senzoričnih lastnostih. Poznamo več načinov in sicer preskuse določanja razlik (primerjava v paru, triangel preskus, duo-trio preskus) in senzitivne preskuse.

Pri deskriptivnih preskusih ocenjevalci z besedo opišejo senzorične lastnosti vzorca, običajno v takem zaporedju, kot jih zaznajo. Deskriptivne preskuse se uporablja za preiskovanje enega ali več vzorcev z namenom, da se označi tako kvaliteto kot kvantiteto ene ali več senzoričnih lastnosti.

Poznamo kvalitativne opisne preskuse, kvantitativne opisne preskuse in preskuse profiliranja. Vse metode veljajo za bolj ali manj objektivne, saj jih izvajajo le visoko usposobljeni senzorični preskuševalci. Za vse opisne metode se zahteva izšolan panel, ki je v svojih ocenah dosleden in ponovljiv. Opisna analiza temelji na dejstvu, da je senzorični vtis, ki ga pri ocenjevanju zazna preskuševalec, sestavljen iz številnih prepoznavnih, močnejše ali slabše izraženih senzoričnih lastnosti. Te lastnosti se opiše z opisom – deskriptorjem. Deskriptor je definiran izraz (beseda ali opis), s katerim preskuševalec opiše zaznavo. Značilnost vsakega deskriptorja je, da omogoča ocenjevanje na neki intenzivnostni lestvici. Deskriptivni preskus je popoln senzorični opis, ki upošteva vse občutke, zaznane med ocenjevanjem izdelka (vidne, slušne, vohalne, tipne, itd.). Senzorične lastnosti izdelka se opiše z besedo in nato tudi kvantitativno ovrednoti (Golob in sod., 2006b).

2.5.3 Senzorične lastnosti maščob

Barva sveže maščobe je tipična za posamezno vrsto maščobe. Zaradi segrevanja barva maščobe postaja temnejša. Na oblikovanje barve med cvrenjem poleg osnovne barve maščobe vplivajo še sestava živila in panada. Komponente živila, ki ga cvremo, reagirajo z maščobo ali njenimi razpadnimi produkti. Panada na živilu pospešuje temnenje maščobe, saj vsebuje visoko reducirajoče sladkorje. Delci panade med cvrenjem padajo na dno cvrtnjaka in se tam pregrevajo.

Sveže olje je praviloma bistro, sčasoma pa postane nekoliko motno.

Vonj in aroma sveže maščobe sta nevtralna, prijetna, značilna za posamezno vrsto maščobe, brez prisotnih tujih vonjev, tujih arom in priokusov. Z naraščanjem števila cvrenj se začnejo pojavljati neprijetni vonji in arome, ki jih pri sveži maščobi še ni zaznati, so pa rezultat kemijskih sprememb, predvsem oksidacije. Najpogostejši neprijetni vonji in arome so po zažganem, po žarkem, po maslu, po živilu, katerega cvremo. Na vonj vplivajo predvsem delci panade, ki padajo na dno cvrtnjaka, tuje primesi, filtracija in utrujena maščoba. Nekatere maščobe imajo značilne tuje vonje in arome. Hidrogenirane maščobe imajo tipičen vonj in aromo po sadju, cvetju in parafinu, repično olje po ribah, sojino po fižolu, arašidovo po orehih. Pojavijo se lahko še arome in vonji po lesu, železu, meloni, travi, koruzi in drugo (Skvarča, 1995).

Vzorci maščobe se pripravijo in predstavijo preskuševalcem pod enakimi pogoji. Posoda za serviranje vzorca mora biti steklena, brez vonja in okusa. Vzorci morajo biti pokriti s pokrovko, da se prepreči kontaminacije in zadrži hlapne komponente v posodi. Vzorci maščobe morajo biti segreti na temperaturo, pri kateri maščobo uživamo, to je na temperaturo ocvrtega živila. Za rastlinske maščobe je priporočljiva temperatura 50 °C, pri kateri se zaznata karakteristični vonj in aroma. Senzorična analiza maščob je omejena predvsem na barvo, okus, vonj, motnost, bistrost in napake (Skvarča, 1995).

2.5.4 Senzorične lastnosti ocvrtega mesa

Barva ocvrtega živila je odvisna od vrste maščobe, časa, temperature cvrenja, količine ocvrtih živil, načina filtriranja in oksidacije. Ocenijo se enakomernost, intenzivnost in značilnost barve. Pri paniranih kosih živila se opazijo razlike v barvi zaradi različne sestave panade. Vsebnost reducirajočih sladkorjev v panadi vpliva na temnenje površine in aromo živila, kot produkt neencimskega porjavenja.

Aroma ocvrtega izdelka je odvisna od vrste živila, ki se cvre. Ne sme se zanemariti aroma, ki je značilna za posamezno vrsto mesa. Senzorične lastnosti so odvisne od stopnje zapečenosti, temperature cvrenja, kakovosti maščobe in absorpcije, vrste in kakovosti panade. Zaradi pretirane uporabe začimb lahko nastane neharmonična aroma. Uporaba dodatkov mora biti zmerna in ne sme prekriti značilnega okusa ocvrtega živila.

Tekstura živila je definirana kot celota vseh reoloških in strukturnih značilnosti živila, ki jih lahko zaznamo mehanično, taktilno, vizualno in s pomočjo sluha. Senzorična analiza

teksture je kompleksna in je sestavljena iz treh delov. Prvi del zajema ugriz v živilo, druga faza je faza žvečenja, tretja faza pa je rezidualna faza. Pod pojmom teksture se spremljajo adhezivnost, žvečljivost, mehkoba, krhkost, viskoznost, elastičnost, vlažnost, mastnost, občutek v ustih in napake.

Zelo pomembne lastnosti, ki se spremljajo pri ocvrtih paniranih izdelkih so povezanost in prilepčnost panade, hrustljivost in mastnost. Premalo ocvrta panada povzroči razmehčanost izdelka. Napake so lahko tudi v odstopanju in drobljenju panade.

Med cvrenjem živilo izgublja vodo in pride do dehidracije. Izgubljena voda se nadomesti z absorbirano maščobo, ki daje skorji potrebno mehkobo in vlažnost. Absorpcija maščobe ne sme biti prevelika, ker je končni izdelek potem premasten. Na to vplivajo kakovost maščobe, temperatura cvrenja, čas cvrenja, vrsta in količina ocvrtega mesa. Pri perutnini je velikokrat problem gumijavost oz. prevelika absorpcija maščobe (Skvarča, 1997a).

Z zaporednim številom cvrenj in s poslabšanjem kakovosti maščob se vzporedno poveča absorpcija maščob. Opravljene so številne raziskave s področja vpijanja maščob v živilo med potekom cvrenja in s področja prehrane (Melton, 1996; Skvarča, 1997a; Skvarča, 2000a).

Ocvrto meso se senzorično ocenjuje takoj po cvrenju, da se ne ohladi. Vzorce se servira degustatorjem v pokriti stekleni posodi pri 50 °C. Pri nižjih temperaturah ni možna natančna senzorična analiza, pri kateri bi lahko opisali lastnosti živil. Vzorci morajo biti enakih oblik in velikosti, servirani v skupinah po dva do štiri vzorce (Melton, 1996). Lastnosti ocvrtega živila, ki se nanašajo na maščobo, v katerem se je cvrlo, so tuji vonji in priokusi.

2.6 POSTANA AROMA ŽIVIL

Poseben problem v smislu oksidacije predstavlja skladiščenje in pogrevanje mesa in mesnih izdelkov po toplotni obdelavi. Pojav poznamo pod nazivom »warmed-over flavour« oz. krajše WOF. WOF je fenomen, ki sta ga prvič prepoznala in definirala Tims in Watts leta 1958, kot hiter razvoj oksidirane arome v pogretem predpripravljenem mesu in to pripisala oksidaciji lipidov (Cross in sod., 1987). Pod izrazom WOF razumemo aromo po pogretem oz. postanem. Je oblika oksidativne žarkosti, ki se razvije v par urah ali dneh v nasprotju z običajno žarkostjo, ki se razvije med večmesečnim skladiščenjem ali zmrzovanjem. Predstavlja postanost in nastanek priokusov v toplotno obdelanem mesu po pogrevanju in vpliva na poslabšanje mesne arome. Je sinonim za kompleksno serijo kemijskih sprememb, ki vključuje vsesplošno naraščanje oksidirane arome in obenem poslabšanje celotne arome mesa. Veliko teh reakcij pripisujemo prostim radikalom.

WOF prvenstveno nastane zaradi oksidacije polinenasičenih maščobnih kislin v mesnih fosfolipidih, pri kateri nastajajo produkti, kot so malonaldehid, pentanal in heksanal (Gaonkar in Mc Phearson, 2005).

WOF se razvije predvsem v termično obdelanem mesu oz. v mesu, pri katerem so bile med tehnološkim postopkom razgrajene biološke membrane. Na splošno vsak postopek, s

katerim porušimo integriteto membran pospeši razvoj WOF. WOF se najpogosteje razvije v tistih vrstah mesa, ki vsebujejo veliko fosfolipidov (purani, piščanci, svinjsko meso). Razliko v razvoju WOF med posameznimi vrstami mesa gre pripisati različnim koncentracijam polinenasičenih maščobnih kislin v fosfolipidih (Gaonkar in Mc Phearson, 2006).

WOF nastane hitreje, če je meso mleto in izpostavljeno kisiku ter pri nepogretyh izdelkih, kot so mehansko odkoščeno meso ali restrukturirano meso.

2.6.1 Fosfolipidi

Fosfolipidi so pomembne sestavine celičnih membran, ki sodelujejo v celičnem metabolizmu. V primerjavi s trigliceridi, ki so količinsko močno variabilni, so fosfolipidi v pusti mišičnini količinsko relativno konstantni (0,8-1,0 %). Fosfolipidi so podvrženi hitri oksidaciji zaradi njihove visoke vsebnosti polinenasičenih maščobnih kislin. Sočasno so v tesni fizični povezavi s hem proteini in nehemskim železom. Interakcija nenasičenih maščobnih kislin z železom v mišicah naj bi pospeševala razvoj WOF na katerega je najbolj občutljivo meso puranov, sledi piščančje, svinjsko, goveje in ovčje meso (Cross in sod., 1987).

Delež polinenasičenih maščobnih kislin v fosfolipidih je približno 15 krat večji kot pri trigliceridih (nad 50 % maščobnih kislin je polinenasičenih). To dejstvo pomembno vpliva na kakovost mesa v določenih postopkih obdelave (razdevanje, toplotna obdelava), ki je posledica velike občutljivosti fosfolipidne frakcije na oksidativne spremembe (Žlender, 1992).

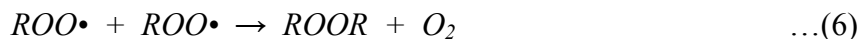
2.6.2 Potek oksidacije

Oksidacija fosfolipidov je verižna reakcija in poteče preko verige prostih radikalov ter obsega tri stopnje: začetno (iniciacija), razvojno (propagacija) in končno (terminacija) (Love, 1987). Za oksidacijo so odgovorni predvsem tisti fosfolipidi, katerih nenasičene kisline vsebujejo štiri ali več dvojnih vezi (Ranken, 1994).

Razvoj WOF se prične, ko se nenasičena maščobna kislina aktivira s kisikom, svetlobo in kovinskim katalizatorjem in se cepi v nestabilne radikale.

Oksidacija poteče po naslednji shemi (Shahidi, 1994):





V začetni stopnji (1) se nekaj molekul maščobe (RH) aktivira s toploto, svetlobo ali/in kovinskim katalizatorjem in cepi v nestabilne lipidne radikale.

V razvojni fazi (2) se prosti lipidni radikal ($R\bullet$) poveže z molekulo kisika, pri čemer nastane peroksidni radikal ($ROO\bullet$). Peroksidni radikal reagira z novo molekulo maščobe, pri čemer se tvori lipidni hidroperoksid ($ROOH$) in prosti radikal. S tem se verižna reakcija nadaljuje.

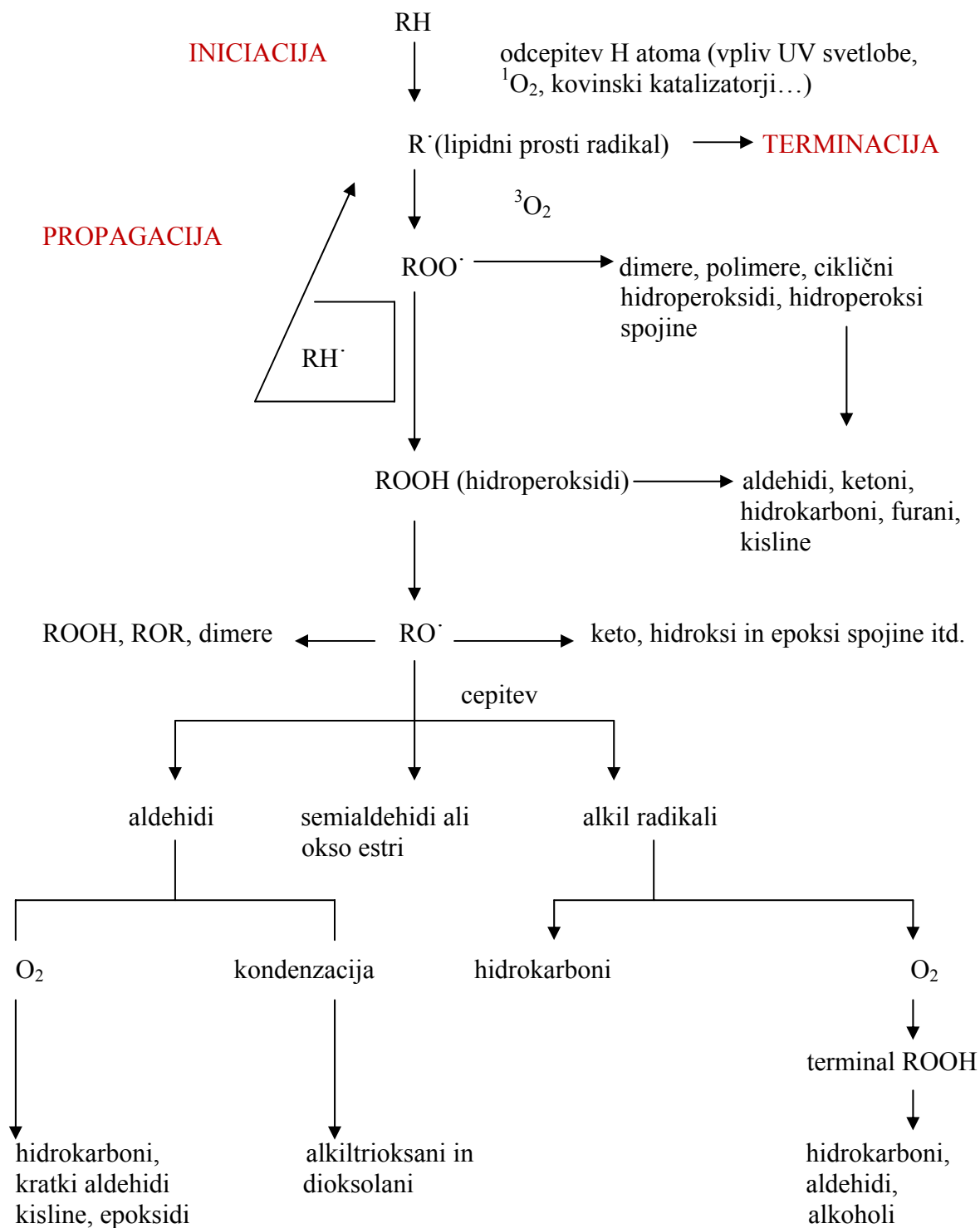
Prosti radikali se sedaj tvorijo brez začetnih aktivatorjev. Reakcija se nadaljuje in več molekul maščob se pretvori v hidroperoksidi. Hidroperoksidi so pomembni primarni produkti oksidacije. So nehlapni, brez vonja in okusa. Njihova tvorba in akumulacija predstavlja napredovanje avtooksidacije, ne pomeni pa pojava WOF.

Hidroperoksidi so relativno neobstoje spojine. Ko se njihova koncentracija v sistemu poveča, pričnejo razpadati (se cepiti). Ena od možnih reakcij je monomolekularen razpad hidroperoksidov v alkoksi in hidroksi radikale. Ti se nadalje lahko pretvorijo v aldehide (oksidirajo se v kislino ali reducirajo v alkohol, reagirajo z amino skupino in drugo) ali ketone (alkoksi radikal se oksidira z drugim prostim radikalom).

Reakcija se zaključi, ko se prosti radikali povežejo z drugimi prostimi radikali ali z inaktivatorji ob tvorbi stabilnih spojin, ki se nakopičijo v sistemu. Hidroperoksidi vstopajo v vrsto reakcij, ki vodijo do več prostih radikalov in stabilnih produktov. Ti končni produkti obsegajo karbonilne spojine s kratko verigo, ki povzročajo žarek vonj in stranske reakcije, ki vodijo do poslabšanja kakovosti. Pri tem je zelo pomembna prisotnost malonaldehida. Sekundarne produkte oksidacije (aldehide, ketone, karbonile, alkohole, kisline...) potrošniki zelo lahko prepoznajo po neprijetnem žarkem vonju in okusu.

Vzporedno z oksidacijo poteka tudi polimerizacija, katere rezultat je naravna prekinitev avtooksidacije in nastanek kemijsko nevtralnih in stabilnih spojin z visoko molekulsko maso (dimeri, trimeri in polimeri). Pri sobni in visoki temperaturi se namreč povezujejo v verige prosti radikali avtooksidacije. Posledica avtooksidacije maščob je tudi tvorba viskoznih, gumi podobnih polimerov.

Ciklični endoperoksidi, ki se pri segrevanju v prisotnosti kisika pretvorijo v številne končne produkte oksidacije lipidov, so malonaldehid, nizko molekularne maščobne kisline, oksi kisline in ogljikovodiki (Zelenik-Blatnik, 1992).

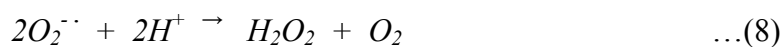
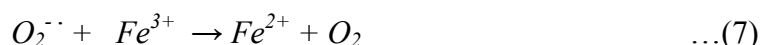


Slika 2: Potek oksidacije lipidov (Shahidi, 1994)

2.6.3 Katalizatorji oksidacije fosfolipidov

Oksidacijo fosfolipidov lahko sproži več različnih faktorjev. Eden od primarnih dejavnikov za začetek oksidacije, ki vodi v razvoj WOF, je segrevanje. Toplotna obdelava mesa povzroči denaturacijo mišičnega pigmenta mioglobina, pri čemer hem izgubi sposobnost vezanja kisika, kar je vzrok za hitro oksidacijo železa v Fe^{3+} (Bučar, 1987). Ta konverzija železa je prisotna pri nastanku prostih radikalov iz mesnih maščob. Železo, ki se sprostí iz mioglobina:

- deluje v začetni fazi oksidacije lipidov



- sodeluje pri razpadu hidroperoksidov (Love, 1987)



Delež denaturiranega mioglobina in s tem odstotek sproščenega Fe v toplotno obdelanem mesu je odvisen od temperature mesa, časa toplotne obdelave in pH mišičnine. Z zviševanjem temperature mesa do 75-80 °C se delež povečuje, pri temperaturi 80 °C je mioglobin praktično popolnoma denaturiran. Pri konstantni temperaturi mesa delež denaturiranega mioglobina s časom narašča, če je čas za dosego iste temperature daljši, je pričakovati večji delež. Do denaturacije mioglobina prihaja tudi med ohlajevanjem. Pri višjem pH mišičnine je mioglobin toplotno bolj stabilen, pri nižjem pH je odstotek denaturiranega mioglobina pri enaki temperaturi mesa večji. Vpliv pH na delež denaturiranega mioglobina je bolj izrazit pri nižjih temperaturah mesa (Gašperlin, 2000). Optimalna temperatura, pri kateri se iz mioglobina sprošča prosto železo, je 63-70 °C (Cross in sod., 1987) oz. med 62-73 °C (Love, 1987). Pri počasnem segrevanju se iz porfirinskega obroča sprostí več železa kot pri hitrem segrevanju (Cross in sod., 1987).

Segrevanje je eden glavnih razlogov za pojav WOF. Razvoj WOF je še posebno intenziven v mesu, ki je bilo segrevano ali hranjeno pri 70 °C eno uro. Povečano občutljivost toplotno obdelanega mesa na oksidacijo gre pripisati denaturaciji hem proteinov med toplotno obdelavo, s čimer se poveča količina aktivnih katalizatorjev oksidacije lipidov (Lillard, 1987).

Na pojav WOF in stopnjo razvoja vplivajo še drugi dejavniki:

- dodana sol za izboljšanje okusa poveča aktivnost Fe ionov in s tem pospešuje Fe katalizirano oksidacijo in poslabšanje arome (Kanner, 1994);

- kovine, ki prehajajo iz uporabljene opreme, vode, lahko sodelujejo pri razgradnji hidroperoksida in s tem pospešujejo oksidativni proces (Jadhav in sod., 1996);
- svetloba, zlasti določene valovne dolžine, vpliva na fotoaktivne mesne pigmente in s tem pospeši oksidativne spremembe (Jadhav in sod., 1996);
- neomejena izpostavljenost kisiku in vse vrste obdelave (mletje, sekljanje, mehansko odkoščičevanje, oblikovanje, valjanje, mešanje...) vnesejo v sicer s kisikom revno mišičnino znatne količine kisika in s tem vplivajo na pospešen razvoj WOF v predhodno toplotno obdelanih, shranjenih in ponovno pogretyh izdelkih (Sato in Hegarty, 1971; Kanner, 1994).

2.6.4 Preprečevanje WOF

Stabilnost lipidov v mesu in mesnih izdelkih je odvisna od številnih dejavnikov, kot so vrsta živali, tip mišice, količina in vrsta maščob v prehrani, prehranski in zdravstveni status živali ob zakolu ter postopki obdelave in predelave mesa. Pojav WOF lahko zmanjšamo na različne načine (Žlender, 2000).

Antioksidanti učinkujejo tako, da prekinajo verigo prostih radikalov v mehanizmu oksidacije lipidov. Pri dodajanju antioksidantov v krmo živali so se za učinkovite pokazali vitamin E (zaščiti fosfolipide v celičnih membranah), vitamin C (pospešuje regeneracijo E vitamina), karotenoidi (izboljšajo oksidativno stabilnost mesa). Pozitivno lahko vpliva tudi zmanjšanje vsebnosti železa in bakra v krmi. Kot kelator in inaktivator prostih radikalov deluje tudi karnozin, ki se ga dodaja skupaj z vitaminom E. Učinkoviti zaviralci WOF v mesnih izdelkih (sekljanine, restrukturirano meso, emulzije) so sintetični antioksidanti, ki prekinajo verigo prostih radikalov (BHT, BHA, TBHQ, PG). Uporabniki veliko bolje sprejemajo naravne antioksidante, kateri najbolj atraktiven vir so dišavnice in zelišča. Rožmarin vsebuje številne antioksidativne snovi kot so karnozol, rozmanol, rosmarikonin, rozmaridifenol in eleorezin, ki je topen v masteh in v toplotno obdelanih sekljaninah v kombinaciji z Na-tripolifosfatom zelo učinkovit inhibitor WOF (Žlender, 2000).

Razsoljevanje ima dvojni namen: oblikovanje značilne senzorične kakovosti in konzerviranje mesa. Nitritna sol učinkuje kot mikrobiološki konzervans in inhibira oksidacijo lipidov v mesu. Nitrit oblikuje kompleks s hem pigmenti in prepreči sproščanje železa med toplotno obdelavo mesa, stabilizira nenasičene lipide v membranah in reagira s kovinskimi ioni ter tako prepreči njihov katalitični učinek na oksidacijo. Fosfati, ki se pri predelavi mesa dodajajo zaradi povečanja sposobnosti vezave vode in povečanja dobiti proizvodnje upočasnijo ali preprečijo oksidacijo z vezavo težkih kovin (železo, baker). Zelo učinkovita inhibitorja WOF v toplotno obdelanem mesu sta Na-pirofosfat in Na-tripolifosfat. Askorbati imajo močan sinergistični učinek v kombinaciji s polifosfati. Povečajo tudi antioksidativni učinek nitritov in zmanjšajo njihov ostanek v končnem izdelku iz razsoljenega mesa (Žlender, 2000).

Vmesni produkti Maillardove reakcije porjavenja (npr. maltol) so znani inhibitorji oksidacije v toplotno obdelanem mesu. Njihov antioksidativni učinek razlagajo z mehanizmom zmanjšanja hidroperoksidov in z vezanjem težkih kovin. Možnosti dodajanja

produktov Maillardove reakcije kot antioksidantov v toplotno obdelane izdelke še raziskujejo.

Dostop zraka. V fizikalnem smislu lahko preprečimo oz. zmanjšamo razvoj WOF z preprečevanjem dostopa kisika v procesih predelave. V poštev pridejo različne tehnike vakuumskega pakiranja in pakiranja v modificirani atmosferi, koristno pa je preprečiti tudi dostop svetlobe, kot katalizatorja oksidacije.

2.7 PREHRANSKI VIDIK PERUTNINSKEGA MESA

2.7.1 Jedi iz piščančjega mesa

Piščančje meso je zelo razširjeno in ga za vsakodnevno prehrano uporabljajo različni družbeni sloji ter starostne skupine ljudi. Primerno je predvsem zaradi ugodne hranilne sestave, ekonomičnosti, hitre in nezahtevne kulinarične priprave, ter velikega števila zelenih senzoričnih lastnosti. Vse bolj postaja cenjeno tudi v dietni in alternativni prehrani zahodne civilizacije.

V zadnjem desetletju potrošnja piščančjega mesa narašča. Nove usmeritve v prehranjevanju vplivajo na razvoj vedno novih izdelkov, zato marsikdo ne sega rad le po piščančjem mesu, temveč tudi po izdelkih iz njega (različne mesnine, polpripravljene izdelki, pripravljene jedi in drugo).

Piščančje meso lahko pripravljamo z vsemi znanimi suhimi, vlažnimi in kombiniranimi toplotnimi postopki. Izbira je odvisna od vrste in starosti piščancev ter vrste jedi. Mlado piščančje meso glede priprave nima posebnih omejitev. Najboljši postopek za brojlerje je pečenje na žaru, pečenje v pečicah in cvrenje. Pri kuhanju v vodi moramo biti previdni, da mišičnina ne prične razpadati in se ločevati od kosti. Starejšo perutnino (kokoši, petelini) pripravljamo z vlažnimi postopki (kuhanje, parjenje, dušenje, kuhanje pod pritiskom), da se razvijeta optimalna mehkoča in aroma, ter da vlaga zmehča termostabilno vezivo.

Na tržišču je tudi vse več izdelkov in polizdelkov iz piščančjega mesa, ki lahko popestrijo obroke in omogočajo hitrejšo pripravo. Osnovna surovina je običajno piščančje meso, kakovost in sestava izdelkov pa sta v veliki meri odvisna od tehnološkega postopka priprave (Skvarča, 1997b).

Piščančje meso tržijo v obliki celih trupov ali v kosih. Novi proizvodi dopolnjujejo to ponudbo z delno predpripravo, z začinjanjem, paniranjem, mariniranjem, prekajevanjem, predkuhanjem ali pa kot pripravljene jedi (pasterizirane, sterilizirane, zmrznjene), prigrizki in podobno. Temu lahko dodamo še bogato ponudbo številnih mesnin iz piščančjega mesa (barjene in, poltrajne klobase, paštete, rolade, itd.).

Med izdelke, ki se uporabljajo v kulinarični praksi lahko uvrstimo:

- prepripravljene piščančje zrezke in nabodala,
- panirane zrezke in medaljone raznih oblik in velikosti,

- piščančje hamburgerje,
- restrukturirane izdelke in oblikovance iz sekljanega, kosmičenega ali mehansko ločenega mesa.

Preoblikovani izdelki so med seboj izenačeni s stališča porcioniranja, hranilne sestave in se hitro pripravijo. Slaba stran je omejitev roka uporabnosti zaradi možne oksidacije, ki pa je običajno posledica neprimernih temperatur med skladiščenjem.

Izdelki so lahko presni, toplotno obdelani, ohlajeni ali zmrznjeni. Pomembno je, da veliko pozornosti posvetimo distribuciji piščančjih izdelkov. Če je zahtevana nepretrgana hladilna ali zmrzovalna veriga, ne sme priti do nobenih temperaturnih nihanj, katera slabo vplivajo na končno kakovost izdelkov. Pomemben je tudi način regeneracije. Biti mora skrbno izbran, ker le z ustreznim toplotnim postopkom lahko dosežemo optimalno senzorično kakovost (Skvarča, 1997b).

2.7.2 Distribucija ocvrtega piščančjega mesa

V času shranjevanja v živilih potekajo biološke, kemijske in fizikalne spremembe. Pri temperaturah med 18 in 22 °C te spremembe potekajo hitro, zato je tudi hitrejša pokvarljivost živil, kot posledica teh sprememb.

Posebno občutljive so za kvarjenje že pripravljene gotove jedi, pri katerih je naravna sestava živila že spremenjena. Zato spadajo te jedi v kategorijo hitro pokvarljive hrane.

Prav tako je s toplotno obdelano hrano, ki je ne želimo takoj postreči. Zato jo moramo čim hitreje in čim bolj učinkovito ohladiti.

S kulinaričnega vidika jedi razdeljujemo na dva osnovna načina: enoporcijsko in večporcijsko. Enoporcijsko razdeljevanje jedi je najbolj pogosto in ga uporabljamo pri serviranju jedi po naročilu, pri porcioniranju obrokov, pri samopostrežnih načinih delitve hrane ipd.. Večporcijsko razdeljevanje hrane pa je pogosto predhodna faza serviranja v kuhinji, ko napolnimo izdajni pult, servirno posodo ali transportno posodo.

V literaturi navajajo predvsem dva načina razdeljevanja in transporta hrane in sicer tablet in klasični način (Grbac in Vidović, 2002). Pri tablet načinu se celotno razdeljevanje opravi že v kuhinji in se servirano hrano samo postavi pred uporabnika. Krožniki in skodelice morajo biti predhodno dobro ogreti, da se temperatura prehitro ne zniža pod minimalno temperaturo 65 °C, ki je potrebna pri razdeljevanju tople hrane. Pri klasičnem načinu se v osrednji kuhinji hrana razdeli v večje posode za posamezne lokacije in se potem v satelitnih kuhinjah deli na posamezne porcije (Grbac in Vidović, 2002). Transport hrane v transportni posodi mora biti čim krajši, vendar ne daljši od 3 ur.

Če pripravljenih vročih jedi ne nameravamo hitro servirati, jih moramo takoj po pripravi hitro ohladiti in shraniti na hladnem. Pred serviranjem jih hitro regeneriramo. Jedi moramo v času 90 minut ohladiti pod 10 °C, nato jih ohladimo do 4 °C. Kasneje se jedi shranjujejo

v hladilnih napravah pri temperaturi 0-3 °C do 72 ur. Regeneriranje mora zagotoviti 75 °C v središču jedi in mora trajati minimalno 15 sekund. Regeneracijo izvedemo v napravi za toplotno obdelavo. Samo s hitrim ohlajevanjem in ustrezno regeneracijo se ohranijo senzorične lastnosti jedi in se zagotavlja varnost jedi.

Transport hrane je sistem oskrbe s sveže pripravljenimi jedmi. Organizacija priprave hrane v sodobno opremljenih kuhinjah poteka po sodobnih načelih tehnologije priprave hrane. Veliko več težav je z delitvijo in transportom hrane od kuhinje do uporabnika. Transport živil v dislocirane objekte predstavlja zanesljivo enega najbolj nevarnih dejavnikov za kontaminacijo živil.

Transport je lahko notranji (do jedilnic, razdeljevalnic..) ali zunanji (oddaljena lokacija). Za notranji transport se večinoma uporabljajo termotransportni kovčki oziroma vozički (bain-Marie), pri tablet načinu pa ogrevani vozički ali termotransportni kovčki. Za zunanji transport se večinoma uporabljajo termotransportni kovčki (Grbac in Vidović, 2002). Za oskrbo s sveže pripravljeno toplo hrano veljajo določene zahteve glede maksimalnega časa transporta in minimalne temperature, do katere se lahko hrana ohrani, ne da bi se kvarila. Prevoz hrane ne sme kvarno vplivati na kakovost, zato moramo hladne in tople jedi transportirati ločeno. Za tople jedi moramo uporabljati izolirne posode in transportnih posod med transportom ne smemo odpirati (Levstek in sod., 1995). Osnovna higienska načela pri transportu in dislocirani distribuciji so :

- priprava hrane tik pred transportom,
- hiter transport,
- čim krajše zadrževanje hrane v transportnih posodah,
- hitra razdelitev in konzumacija hrane
- temeljito čiščenje transportne posode

2.7.3 Sistem HACCP (Hazard analysis and critical points) v predelavi perutnine

Večina potrošnikov perutninskega mesa in izdelkov ve zelo malo ali celo nič o tem, kako ti izdelki nastajajo. Mnogi bi bili presenečeni, ko bi izvedeli, da ima sveže perutninsko meso različno naravno mikrofloro. Večina mikroorganizmov ni nevarna človeku in ne preživi proizvodnih postopkov predelave, nekateri pa vseeno preživijo in so lahko v določenih okoliščinah nevarni za človekovo zdravje.

V proizvodnji živil vedno obstaja potreba po proizvodnji izdelkov znanih lastnosti. Mikrobiološki pogoji perutnine morajo biti znana in določena lastnost. Celovito vodenje kakovosti po načelu »od kmetije do mize« postaja najvišji kriterij proizvodnje varnih živil. HACCP sistem kot sestavina celovitega obvladovanja kakovosti v proizvodnji mesa in mesnih izdelkov se je izkazal za uspešen način nadzora bioloških, kemijskih in fizikalnih tveganj.

Mikrobiološka tveganja

Perutnina in perutninski izdelki so odgovorni za številne izbruhe s hrano prenesenih bolezni. Najpogostejši povzročitelji so bakterije iz rodu *Salmonellae*, *Campylobacter jejuni*, *Clostridium perfringens* in *Staphylococcus aureus*, vendar moramo s HACCP sistemom zagotoviti nadzor nad večino patogenih mikroorganizmov, vključno z *Listerio monocytogenes* in *E.coli*.

Poznamo tri osnovne načine varovanja izdelkov:

- onemogočimo patogenim mikroorganizmom kontaminacijo živil;
- s postopkom inhibicije uničimo patogene mikroorganizme ali njihovo prisotnost zmanjšamo na minimalno stopnjo tveganja in
- onemogočimo razmnoževanje mikroorganizmov v končnem izdelku.

Načrt HACCP, ki upošteva vsa načela in stopnje, moramo razviti in voditi tako, da tveganje odstranimo ali zmanjšamo na sprejemljivo stopnjo. Na osnovi ocene mikrobiološkega tveganja določimo kritične kontrolne točke za mikrobiološka tveganja v proizvodnem procesu. Upoštevamo naslednje osnovne korake:

- ovrednotimo surovine in druge sestavine določenega izdelka na morebitno prisotnost bioloških agensov,
- upoštevamo specifične stopnje v klavnem in predelovalnem procesu,
- preučimo predvideno uporabo našega izdelka (komu je namenjen, kako se postreže, ipd.),
- določimo rok obstojnosti izdelka,
- pregledamo način pakiranja,
- predvidimo morebitne napake ravnanja s strani potrošnika.

Kemijska tveganja

V mesno predelovalni industriji se srečujemo s štirimi področji možnosti kemijskih tveganj: krmila in reja, predelava, vzdrževanje obratov, čiščenje in razkuževanje. Na osnovi ocene kemijskih tveganj določimo kritične kontrolne točke za kemijska tveganja v proizvodnem procesu. Oceniti je potrebno vsako tehnološko operacijo in evidentirati vse kemikalije v odnosu do surovin in procesa:

- pregledamo ustrezno uporabo vsake kemikalije, vključno s čistili in razkužili,
- uredimo varnostne sezname oziroma certifikate dobaviteljev kemikalij,
- vodimo evidenco uporabe in nabave kemikalij,
- vodimo poročila o uporabi kemikalij, ki naj vsebujejo sezname vseh kemikalij, specifikacije, certifikate kakovosti, testne rezultate in drugo.

Fizikalna tveganja

Za razliko od kemijskih in mikrobioloških tveganj, ki so v splošnem širše porazdeljena in predstavljajo tveganje za večje število ljudi, so fizikalna tveganja – tujki stekla ali kovine – porazdeljeni nepredvidljivo in predstavljajo individualno tveganje za potrošnika. Na osnovi tekočega diagrama operacij ocenimo:

- materiale, opremo, operacije in zaposleno osebje,
- zahtevamo garantna pisma oziroma certifikate o ustreznosti materialov,
- uvedemo monitoring in metodo testiranja vstopnih materialov v proces.

V tehnologiji klanja in predelavi v mesne izdelke se lahko pojavijo različna tveganja: kovinski delci in stekleni drobci, leseni opilki, insekti, lasje, blato glodavcev, ostanki barve za pleskanje, nakit, gumbi, perje, ipd.. Kljub dejstvu, da lahko fizična tveganja ogrozijo majhne skupine posameznikov, ima tveganje velik pomen in odmev. Potrošniki s tovrstno slabo izkušnjo ponavadi odklanjajo vrsto izdelka določene znamke in svoje izkušnje hitro zaupajo drugim.

3 MATERIAL IN METODE

3.1 MATERIAL ZA POSKUS

3.1.1 Maščoba za cvrenje

Kot medij za cvrenje smo uporabili tri vrste olja :

- 100 % rafinirano repično olje s prodajnim imenom Bona (v nadaljevanju Bona), kupljeno v Avstriji (vsebnost max. 20% linolne kisline, vsebnost 10000 iE vitamina A in 1000 iE vitamina D na kg olja), polnjeno v 2 l embalažo.
- 100 % jedilno rafinirano sončnično olje s prodajnim imenom Sončnično olje Cekin (v nadaljevanju Cekin). Proizvajalec Oljarica Kranj. Polnjeno v 1 l embalažo.
- Mešano jedilno rafinirano rastlinsko olje s prodajnim imenom Olje za cvrenje (v nadaljevanju Helios), (mešanica 50 % jedilnega rafiniranega arašidovega in 50 % jedilnega rafiniranega repičnega olja). Proizvajalec Helios Domžale. Polnjeno v 1 l embalažo.

3.1.2 Živilo za cvrenje

Za cvrenje smo uporabili piščančje prsi brez kože in kosti, ki smo jih panirali ročno, v dunajski panadi. Za panado smo uporabili:

- Jajca I. kvalitete (A), proizvajalec Kmetijski kombinat Šentjur pri Celju.
- Krušne drobtine, proizvajalec Žito Ljubljana, količina pakiranja 500g vrečke, (senzorične lastnosti : temne barve, enakomerno, grobo mlete, vsebnost vode do 13 %, kislinska stopnja do 3.5 %).
- Posebno belo moko, proizvajalec Žito Ljubljana, namensko mleta iz pšeničnega zdroba T 400, količina pakiranja 1kg vrečke.

3.1.3 Cvrtnjak

Za cvrenje paniranih piščančjih prsi smo uporabili šaržno trilitrsko fritezo model AGE F3, proizvajalec Elmont Bled. Izdelana je iz nerjavečega jekla in ustreza vsem higienskim predpisom.

3.2 NAČRT POSKUSA

Namen naloge je bil ugotoviti vpliv različnih vrst rastlinskega olja na senzorične lastnosti ocvrtega piščančjega mesa takoj po toplotni obdelavi ter po 2,5 urah hranjenja vzorcev na toplem. Proučevan je bil problem postanosti jedi v odvisnosti od uporabljenih olj različnih kakovosti in korelacije med pokazatelji stabilnosti uporabljenih olj in senzoričnimi lastnostmi ocvrtega piščančjega mesa. Poskus je potekal po shemi (slika 3).

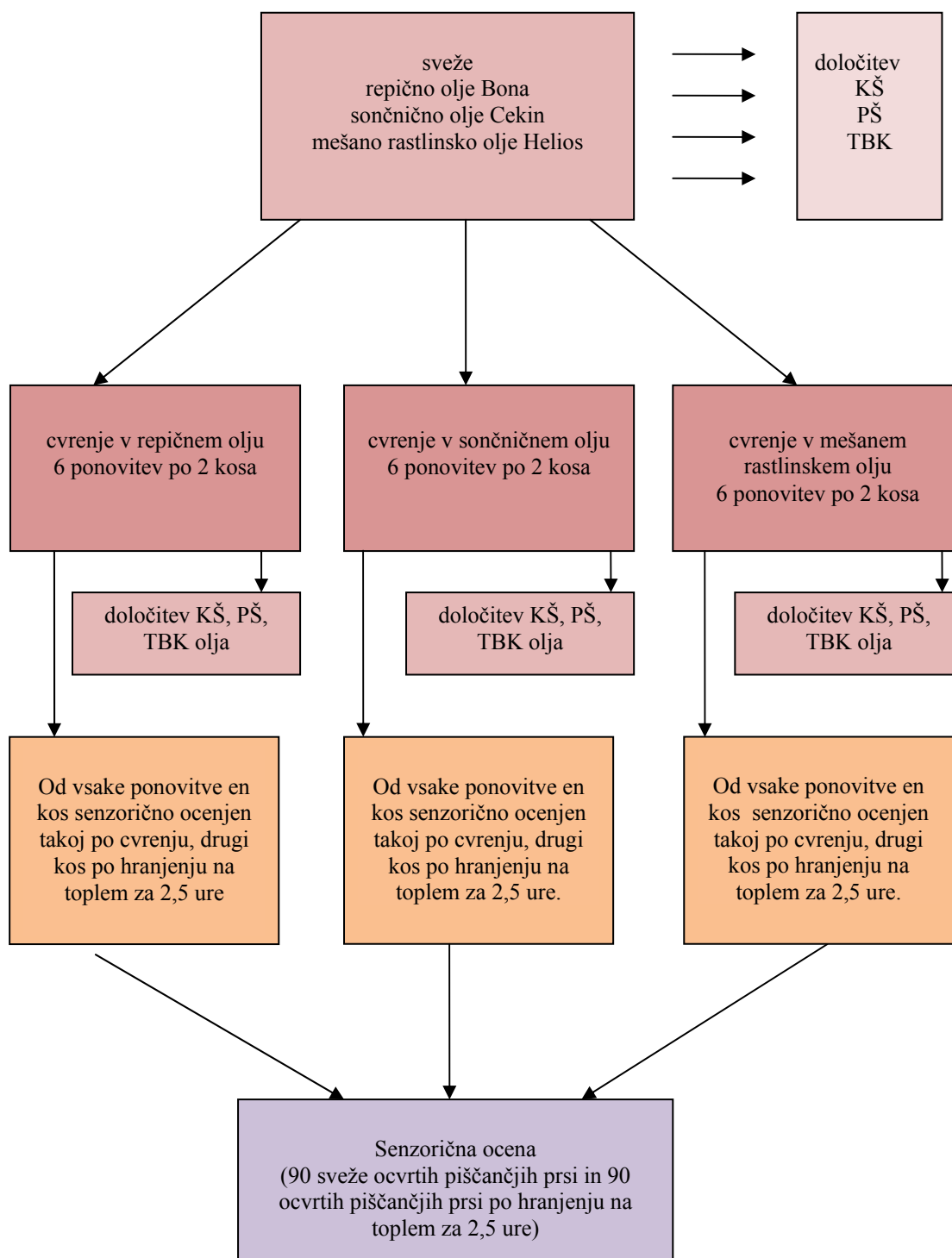
V predposkusu so bile na podlagi rezultatov senzoričnih in kemijskih analiz izbrane vrste olja, temperatura toplotne obdelave, središčna temperatura in pogoji shranjevanja toplotno obdelanih paniranih piščančjih prsi.

Za glavni poskus so bile uporabljene sveže in ohlajene piščančje prsi brez kosti in kože, ročno panirane v dunajski panadi in ocvrte v treh vrstah olja: repičnem olju Bona, sončničnem olju Cekin in mešanem rastlinskem olju Helios. Olja smo kemijsko analizirali pred pričetkom cvrenja in po končanem cvrenju. Določeno je bilo kislino število, Wheelerjevo peroksidno število in število tiobarbiturne kisline. Določili smo točko dimljenja uporabljenih olj in vizualno ocenili spremembo barve olja med toplotno obdelavo.

Cvrenje je potekalo pri temperaturi olja 145 °C do središčne temperature ocvrtega kosa piščančjega mesa 80 °C. Izmerjena je bila začetna središčna temperatura paniranih kosov mesa, končni dvig središčne temperature ocvrtih kosov mesa, začetna teža paniranih kosov in končna teža ocvrtih kosov mesa, izračunana dobit v %, odčitani so bili čas cvrenja v minutah.

Poskus je bil opravljen v šestih ponovitvah. V vsaki ponovitvi smo ocvrli po dva kosa paniranega piščančjega mesa v vsaki vrsti olja posebej. Od vsake ponovitve je en kos senzorično ocenila petčlanska šolana komisija takoj po končanem cvrenju. Drugi kos iste ponovitve je bil senzorično ocenjen po 2,5 urah shranjevanja pri temperaturi 50 °C.

Rezultati kemijskih in senzoričnih analiz so bili statistično obdelani z ustreznimi metodami.



Slika 3: Načrt poskusa

3.3 METODE DELA

3.3.1 Kemijske analize vzorcev svežega olja in vzorcev olja po cvrenju

3.3.1.1 Določanje kislinske stopnje (IUPAC 2.201)

Definicija:

Kislinska stopnja je število ml 1n enovalentne lužine (KOH, NaOH), ki jo porabimo za nevtralizacijo prostih maščobnih kislin v 100 g maščobe.

Princip:

Raztopino s poznano količino maščobe in mešanico dietiletra ter etanola, zasledujemo s titracijo prostih maščobnih kislin.

Postopek:

V 200 ml erlenmajerico zatehtamo 3-5 g olja ali masti, prelijemo s 40-50 ml nevtralne zmesi dietiletra in etanola v razmerju 1:1 ter pretresemo. Nato dodamo nekaj kapljic fenolftaleina in titriramo z 0,1M raztopino KOH do pojava rožnato rdeče barve, ki ostane obstojna vsaj 10 sekund. V primeru, da pri titraciji postane vsebina v erlenmajerici motna, se doda 5-10 ml zmesi etrovega alkohola in se stresa, da se tekočina zbistri.

Račun:

$$KS = a \times 10 \times 1/b$$

a = poraba 0,1M raztopine KOH (ml)

b = zatehtana količina vzorca (g)

3.3.1.2 Določanje Wheelerjeva peroksidnega števila (IUPAC 2.501)

Definicija:

Peroksidno število je najpogosteje definirano kot število miliekvivalentov aktivnega kisika na kg maščobe ali število ml 0,01M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 5\text{H}_2\text{O}$, ki je potrebno za vezanje tiste količine joda, ki ga iz KJ sprosti 1g maščobe.

Princip:

Wheelerjeva metoda temelji na titrimetričnem določanju joda z $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, ki se izloči iz KJ v kislem mediju s pomočjo v olju prisotnega peroksida.

Postopek:

V 100 ml erlenmajerico z obrusom zatehtamo približno 1 g masti ali olja, dodamo 10 ml zmesi ledocetne kisline in kloroforma (3 : 2) in premešamo. Ko je maščoba enakomerno raztopljena, s pipeto dodamo še 0,2 ml nasičene raztopine KJ. Nato vsebino stresamo točno 1 minuto, razredčimo z 20 ml vode, ter dodamo nekaj kapljic sveže pripravljene raztopine škroba. Po dodatku škroba se raztopina obarva modro in med titriranjem z 0,01M raztopino $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ pride do razbarvanja.

Račun:

$$\text{PŠ} = (a - b) \times 5 / c$$

a = poraba 0,01M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ v glavnem poskusu (ml)

b = poraba 0,01M $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ v slepem poskusu (ml)

c = zatehtana količina vzorca

3.3.1.3 Določanje števila tiobarbiturne kisline (TBK)

Definicija:

Število tiobarbiturne kisline je število mg malonaldehida v 1000 g maščobe.

Princip:

Test s tiobarbiturno kislino uporabljamo za določanje oksidacijske stopnje masti ali olja. Osnova testa je tvorba rdečega barvila, ki nastane iz tiobarbiturne kisline in malonaldehida pri segrevanju. Malonaldehid je produkt oksidacije večkrat nenasičenih maščobnih kislin. Barvilo kaže značilni adsorpcijski maksimum pri valovni dolžini 532 nm.

Postopek:

V suho centrifugirko zatehtamo 0,5 g olja in ga raztopimo v 5 ml tetraklorogljika. Dodamo 5 ml reagenta tiobarbiturne kisline in vsebino 5 minut dobro stresamo. Po centrifugiranju prenesemo vodno fazo (zgornjo plast) v epruveto z vstavljljivim hladilnikom in segrevamo na vodni kopeli 30 minut. Vsebino prelijemo v kiveto in izmerimo absorpcijo svetlobe pri valovni dolžini 532 nm. Vzoredno izvedemo slepi poskus.

Račun:

$$\text{Število TBK} = E / d \cdot z$$

E = izmerjena absorpcija

d = debelina sloja

z = zatehta

3.3.2 Fizikalne spremembe olj po cvrenju

3.3.2.1 Točka dimljenja

Točka dimljenja je pokazatelj za netrigliceridne komponente: proste maščobne kisline, monoacilglicerole, diacilglicerole in heksan, ki med cvrenjem niso zaželeni.

Princip:

Točka dimljenja je temperatura, pri kateri iz vzorca, ki ga segrevamo pod določenimi pogoji, kontinuirano izhaja šibak modrikast dim. Je merilo toplotne stabilnosti maščobe in eden od parametrov kakovosti maščobe.

Postopek:

Približno 50 ml maščobe segrevamo do temperature, ki je za 10 °C nižja od pričakovane točke dimljenja. Nato segrevanje upočasnimo na dvig temperature 5 °C na minuto. Pri tem opazujemo površino vročega olja in zabeležimo temperaturo, pri kateri iz nje prične izhajati belkast oziroma sivkasto moder dim. To temperaturo imenujemo točko dimljenja.

3.3.3 Senzorična analiza

Senzorično ocenjevanje je opravil izkušen petčlanski senzorični panel na Katedri za tehnologijo mesa in vrednotenje živil na Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Komisija je ocenjevala senzorične lastnosti termično obdelanih živil. Vsaka lastnost je bila ocenjena s točkovno nestrukturirano lestvico iz skupine deskriptivnih analitičnih preskusov.

Sistem senzoričnega ocenjevanja ocvrtega piščančjega mesa

Ocvrti kosi piščančjega mesa so bili ocenjeni takoj po toplotni obdelavi in 2,5 ure po hranjenju na toplem. Ocenjene so bile naslednje senzorične lastnosti:

Vonj (1-7 točk)

ocena 7: značilen, prijeten vonj za ocvrt izdelek

ocena 1: neznačilen vonj, prisotnost tujih arom

Barva panade (1-4-7 točk)

ocena 4: optimalna niansa barve značilna za ocvrt izdelek

ocena višja od 4: barva panade je pretemna

ocena nižja od 4: barva panade je presvetla

Značilnost barve panade (1-7 točk)

ocena 7: značilna zlaturumena barva panade

ocena 1: neznačilna barva (sivkasta, rjavkasta) panade

Prilepnost panade (1-7 točk)

ocena 7: dobra povezanost panade z mesom

ocena 1: močno odstopanje panade od mesa

Povezanost panade(1-5 točk)

ocena 7: dobra povezanost površine panade

ocena 1: slaba povezanost panade, razpadanje panade

Hrustljivost panade (1-7 točk)

ocena 7: odlična hrustljivost

ocena 1: izdelek ni hrustljiv

Sočnost (1-7 točk)

ocena 7: odlična sočnost

ocena 1: živilo je izjemno suho

Občutek v ustih (1-4-7 točk)

ocena 4: občutek v ustih je optimalen

ocena višja od 4: občutek v ustih je grob, suh

ocena nižja od 4: občutek v ustih je nežen, moker

Aroma (1-7 točk)

ocena 7: značilna, izrazita aroma po živilu

ocena 1: neznačilna, slabo izražena aroma

Žarkost (0-5 točk)

ocena 5: intenzivna zaznavnost žarkosti

ocena 0: žarkosti ni zaznati

Oljavost (0-5 točk)

ocena 5: občutek oljavosti v ustih, močno izcejanje maščobe iz živila

ocena 0: med žvečenjem oljavost ni bila zaznana

Priokus (0-5 točk)

ocena 5: priokusi (po maščobi, zažaganem, ribah) močno izraženi

ocena 0: priokusi niso zaznavni

Pookus (0-5 točk)

Pookus je zaznava okusa v ustih po končanem razdevanju/žvečenju in požiranju vzorca.

ocena 5: pookusi močno izraženi

ocena 0: pookusi niso zaznavni

Skupni vtis (1-7 točk)

Skupni vtis je skupek vseh lastnosti vzorca in opredeljuje celotno jedilno kakovost izdelka.

ocena 7: vzorec z odličnimi lastnostmi, dobra skupna sprejemljivost

ocena 1: nesprejemljiv vzorec

Sistem senzoričnega ocenjevanja olja

Barva olja je bila ocenjena takoj po cvrenju. Temnenje barve je najbolj vidna sprememba med cvrenjem in služi kot kazalec kvalitete olja. Na temnenje vpliva vrsta in količina živila, ki se cvre, interakcije med maščobnimi kislinami, dimeri, polimeri in ostalimi snovmi, ki so prisotne v olju in živilih. Intenzivnost temnenja posamezne vrste olja med cvrenjem je bila ocenjena vizuelno glede na barvo svežega vzorca olja.

3.3.4 Statistična analiza

V poskusu zbrane podatke smo pripravili in uredili s programom EXCEL XP. Za statistično obdelavo podatkov smo uporabili programski paket SAS/STAT (SAS Software. Version 8.01, 1999). Osnovne statistične parametre smo izračunali s proceduro MEANS, s proceduro UNIVARIATE pa smo podatke testirali na normalnost porazdelitve.

3.3.4.1 Statistični model

Pri obdelavi podatkov s statističnim modelom 1 smo uporabili proceduro GLM (General Linear Model). V statistični model smo vključili vpliv vrste olja, svežosti, ponovitve in preskuševalcev:

$$y_{ijklm} = \mu + O_i + S_j + P_k + Pr_l + e_{ijklm}$$

kjer je:

y_{ijklm} = $ijklmn$ – ta vrednost

μ = povprečna vrednost

O_i = vpliv i -te vrste olja;

i = Bona, Cekin, Helios

S_j = vpliv j -te svežosti;

j = sveže, hranjeno

P_k = vpliv k -te ponovitve;

k = 1-6

Pr_l = vpliv l -tega preskuševalca;

l = 1-5

e_{ijklm} = ostanek.

Srednje vrednosti za eksperimentalne skupine so bile izračunane z uporabo Duncanovega testa in so primerjane pri 5 % tveganju.

4 REZULTATI

4.1 KEMIJSKI PARAMETRI OLJ ZA CVRENJE

V preglednicah od 19 do 24 in slikah od 4 do 6 so podani rezultati kemijskih analiz vzorcev svežega in uporabljenega olja za cvrenje.

Preglednica 19: Rezultati kemijske analize olj z izračunanimi osnovnimi statističnimi parametri

Statistični parametri	n	$\bar{x}$	min	max	so	KV (%)
Kemijski parametri						
kislinska stopnja	12	0,41	0,29	0,57	0,11	26,25
peroksidno število	12	1,42	1,05	1,73	0,22	15,65
število TBK	12	0,19	0,11	0,36	0,07	40,05

n - število obravnavanj;

$\bar{x}$ - povprečna vrednost;

min - minimalna vrednost;

max - maksimalna vrednost;

so – standardni odklon

KV (%) - koeficient variabilnosti;

Navedene okrajšave in simboli veljajo tudi v vseh naslednjih preglednicah.

Med kemijskimi analizami olja je največja variabilnost ugotovljena v številu tiobarbiturne kisline, najmanjša pri peroksidnem številu (preglednica 19).

Preglednica 20: Vpliv vrste olja na kemijske parametre svežih olj

Olje	Bona	Cekin	Helios	značilnost vpliva
Kemijski parameter				
kislinska stopnja	$0,33 \pm 0,04^a$	$0,31 \pm 0,02^a$	$0,32 \pm 0,04^a$	nz
peroksidno število	$1,38 \pm 0,04^a$	$1,23 \pm 0,05^{ab}$	$1,11 \pm 0,08^b$	*
število TBK	$0,12 \pm 0,01^a$	$0,14 \pm 0,01^a$	$0,21 \pm 0,05^a$	nz

Bona -100 % rafinirano repično olje

Cekin - 100 % rafinirano sončnično olje

Helios - mešano rafinirano namensko rastlinsko olje za cvrenje (50 % arašidovega in 50 % repičnega olja)

Navedene okrajšave za olja veljajo tudi v vseh naslednjih preglednicah.

Različne vrste svežih olj se statistično značilno razlikujejo v peroksidnem številu, ki je najnižje v olju Helios, medtem ko se v kislinski stopnji in številu TBK olja ne razlikujejo (preglednica 20).

Preglednica 21: Vpliv vrste olja na kemijske parametre uporabljenih olj

Kemijski parameter	Olje	Bona	Cekin	Helios	značilnost vpliva
kislinska stopnja		$0,55 \pm 0,03^a$	$0,48 \pm 0,04^a$	$0,49 \pm 0,09^a$	nz
peroksidno število		$1,71 \pm 0,04^a$	$1,62 \pm 0,09^a$	$1,46 \pm 0,08^a$	nz
število TBK		$0,15 \pm 0,01^b$	$0,19 \pm 0,02^b$	$0,33 \pm 0,05^a$	*

Uporabljena olja se statistično značilno razlikujejo v številu TBK, ki je kot pokazatelj stopnje oksidacije najvišje v olju Helios. V ostalih parametrih se uporabljena olja niso razlikovala.

Preglednica 22: Vpliv cvrenja na kemijske parametre olja Bona

Kemijski parameter	Olje	sveže	uporabljeno	značilnost vpliva
kislinska stopnja		$0,33 \pm 0,04^b$	$0,55 \pm 0,03^a$	*
peroksidno število		$1,38 \pm 0,04^b$	$1,71 \pm 0,04^a$	*
število TBK		$0,12 \pm 0,01^a$	$0,15 \pm 0,01^a$	nz

V oljih Bona in Cekin je cvrenje statistično značilno povečalo kislinsko stopnjo in peroksidno število (Preglednici 22 in 23).

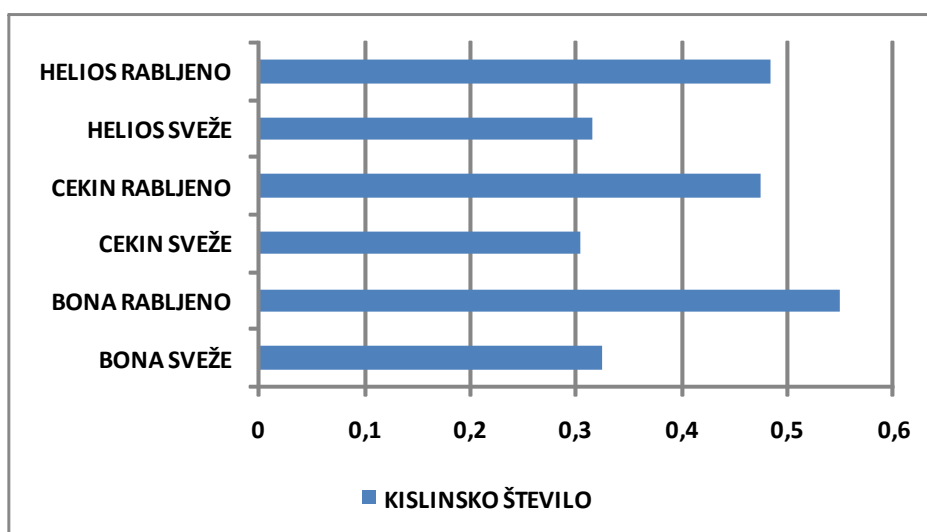
Preglednica 23: Vpliv cvrenja na kemijske parametre olja Cekin

Kemijski parameter	Olje	sveže	uporabljeno	značilnost vpliva
kislinska stopnja		$0,31 \pm 0,02^b$	$0,48 \pm 0,04^a$	*
peroksidno število		$1,23 \pm 0,05^b$	$1,62 \pm 0,09^a$	*
število TBK		$0,14 \pm 0,01^a$	$0,19 \pm 0,02^a$	nz

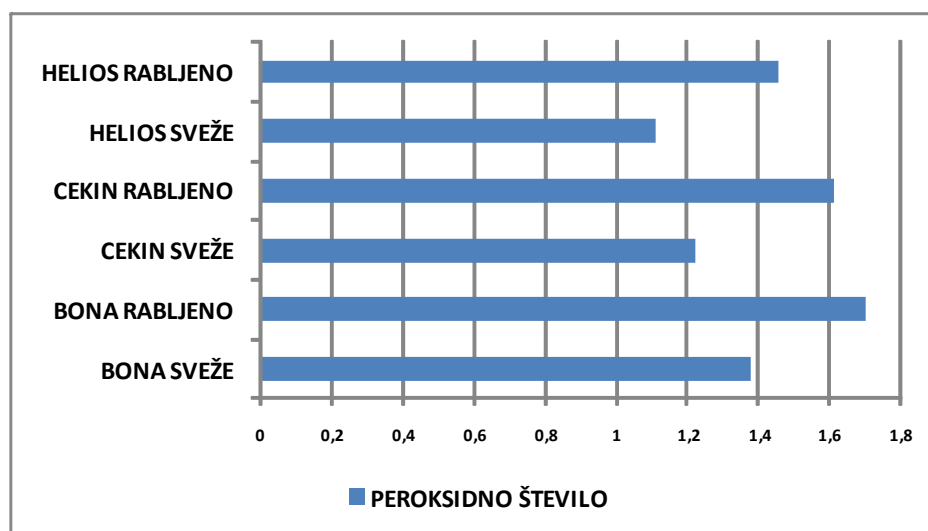
Preglednica 24: Vpliv cvrenja na kemijske parametre olja Helios

Kemijski parameter	Olje	sveže	uporabljeno	značilnost vpliva
kislinska stopnja		$0,32 \pm 0,04^a$	$0,49 \pm 0,09^a$	nz
peroksidno število		$1,11 \pm 0,08^a$	$1,46 \pm 0,08^a$	nz
število TBK		$0,21 \pm 0,05^a$	$0,33 \pm 0,05^a$	nz

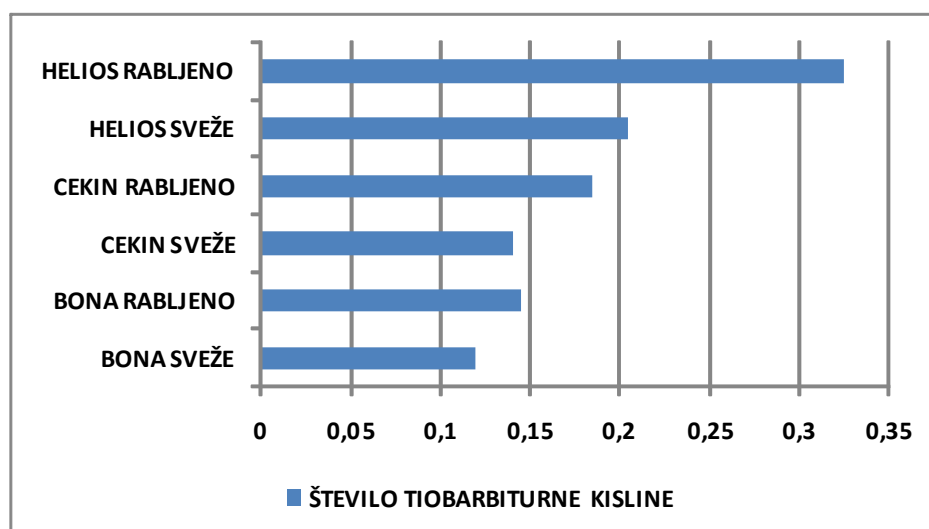
Olje Helios se je pokazalo kot bolj stabilno med cvrenjem, saj se noben analiziran parameter ni statistično spremenil. (Preglednica 24).



Slika 4: Primerjava kislinske stopnje svežih in rabljenih olj



Slika 5: Primerjava peroksidnega števila svežih in rabljenih olj



Slika 6: Primerjava števila tiobarbiturne kisline svežih in rabljenih olj

4.2 FIZIKALNI PARAMETRI OLJ ZA CVRENJE IN OCVRTEGA MESA

V preglednici 25 so prikazani rezultati fizikalnih meritev na oljih in tehnoloških podatkov za ocvrto meso med potekom poskusa.

Preglednica 25: Podatki o fizikalnih meritvah in tehnološki podatki o oljih med cvrenjem

	Olje Bona	Olje Cekin	Olje Helios
T_{olja} med cvrenjem (°C)	145	145	145
T_s vzorcev (°C)	80	80	80
T_{začetna} vzorcev (°C)	18,7*	18,33*	17,54*
T_{končni dvig} vzorcev (°C)	86,75*	86,67*	85,71*
dvig T po cvrenju (°C)	6,75*	6,67*	5,71*
m_{začetna} vzorcev g	257,83*	260,42*	270,25*
m_{končna} vzorcev g	235,08*	239,50*	245,17*
dobit %	91,13*	92,05*	90,68*
čas cvrenja min	9,67*	9*	9,83*
točka dimljenja_{sveže olje} (°C)	260	250	240
točka dimljenja_{rabljeno olje} (°C)	245	238	230
Penjenje	ne	rahlo	ne
barva olja po cvrenju	zlato rumena, minimalna sprememba	zlato rumena z rjavkastim odtenkom	zlato rumena z rjavim odtenkom

* podatki označeni z zvezdico veljajo za povprečje 12-ih vzorcev paniranega piščančjega mesa

Iz preglednice 25 je razvidno, da je cvrenje potekalo pri temperaturi olja 145 °C do središčne temperature (Ts) ocvrtih kosov mesa 80 °C. Začetna temperatura kosov paniranega piščančjega mesa je bila v povprečju med 17,54 in 18,33 °C. Povprečen dvig temperature kosov ocvrtega piščančjega mesa po cvrenju je znašal 6,75 °C za kose ocvrte v olju Bona, 6,67 °C za kose ocvrte v olju Cekin in 5,71 °C za kose ocvrte v olju Helios. Povprečna Ts končna ocvrtega mesa je bila od 85,7 do 86,7 °C. Dobit po toplotni obdelavi za kose ocvrte v olju Bona je bila v povprečju 91,13 %, v olju Cekin 92,05 % in v olju Helios 90,86 %. Čas cvrenja je bil v povprečju med 9 do 9,83 minute. Točka dimljenja se je znižala pri vseh treh vrstah olja, najbolj v olju Bona. Med cvrenjem je prišlo do rahlega penjenja samo pri olju Cekin. Barva olja Bona se je malo spremenila, tudi po cvrenju je ostala zlato rumena. Olje Cekin in Helios sta dobila rjavkasti odtenek.

4.3 SENZORIČNA KAKOVOST OCVRTIH PIŠČANČJIH PRSI

V preglednicah od 26 do 31 so podani rezultati senzorične analize ocvrtih piščančjih prsi.

Preglednica 26: Osnovni statistični parametri za senzorične lastnosti ocvrtih piščančjih prsi

lastnost (točke)	parameter	n	$\bar{x}$	min	max	so	KV (%)
vonj (1-7)		180	4,8	3	6,5	0,8	17,8
barva panade (1-4-7)		180	3,9	3	6	0,7	17,7
značilnost barve panade (1-7)		180	5,2	3,5	7	0,6	11,8
prilepnost (1-7)		180	5,6	3	7	0,9	15,3
povezanost (1-7)		180	5,5	4	7	0,6	10,9
hrustljivost (1-7)		180	4,7	2	7	1,1	24,1
sočnost (1-7)		180	4,9	2	6,5	0,8	16,6
občutek v ustih (1-4-7)		180	4,4	3	6	0,7	15,1
aroma (1-7)		180	5,2	3,5	6,5	0,6	11,7
priokus (0-5)		180	0,2	0	2,5	0,4	221,8
pookus (0-5)		180	0,1	0	2	0,3	255,4
skupni vtis (1-7)		180	5,1	4	6	0,6	11,1

n - število obravnavanj;

$\bar{x}$ - povprečna vrednost;

min - minimalna vrednost;

max - maksimalna vrednost;

so – standardni odklon deviacija;

KV (%) - koeficient variabilnosti

Navedene okrajšave in simboli veljajo tudi v vseh naslednjih preglednicah.

Med senzoričnimi lastnostmi kažeta največji koeficient variabilnosti (KV) priokus in pookus, najmanjšega pa povezanost panade, značilnost barve panade, aroma in skupni vtis (preglednica 26).

Preglednica 27: Vpliv vrste olja na senzorično kakovost ocvrtih piščančjih prsi takoj po cvrenju

Ocvrte piščančje prsi glede na olje za cvrenje takoj po cvrenju				
Lastnost (točke)	Bona	Cekin	Helios	značilnost vpliva
vonj (1-7)	5,1 ± 0,8 ^a	5,4 ± 0,5 ^a	5,4 ± 0,7 ^a	nz
barva panade (1-4-7)	3,5 ± 0,5 ^a	3,7 ± 0,6 ^a	3,8 ± 0,4 ^a	nz
značilnost barve (1-7)	5,1 ± 0,6 ^b	5,6 ± 0,8 ^a	5,4 ± 0,5 ^a	**
prilepnost (1-7)	5,8 ± 0,8 ^a	6,0 ± 0,5 ^a	6,0 ± 0,8 ^a	nz
povezanost (1-7)	5,9 ± 0,6 ^a	5,6 ± 0,5 ^b	5,2 ± 0,5 ^c	***
hrustljivost (1-7)	5,6 ± 0,6 ^a	5,6 ± 0,5 ^a	5,7 ± 0,5 ^a	nz
sočnost (1-7)	5,5 ± 0,5 ^a	5,4 ± 0,5 ^a	5,4 ± 0,6 ^a	nz
občutek v ustih (1-4-7)	4,1 ± 0,5 ^b	4,6 ± 0,4 ^a	4,5 ± 0,5 ^a	***
aroma (1-7)	5,6 ± 0,5 ^a	5,5 ± 0,4 ^a	5,7 ± 0,5 ^a	nz
priokus (0-5)	0,1 ± 0,3 ^a	0,1 ± 0,2 ^a	0,3 ± 0,5 ^a	nz
pookus (0-5)	0,0 ± 0,1 ^a	0,1 ± 0,2 ^a	0,1 ± 0,2 ^a	nz
skupni vtis (1-7)	5,5 ± 0,4 ^a	5,6 ± 0,4 ^a	5,6 ± 0,4 ^a	nz

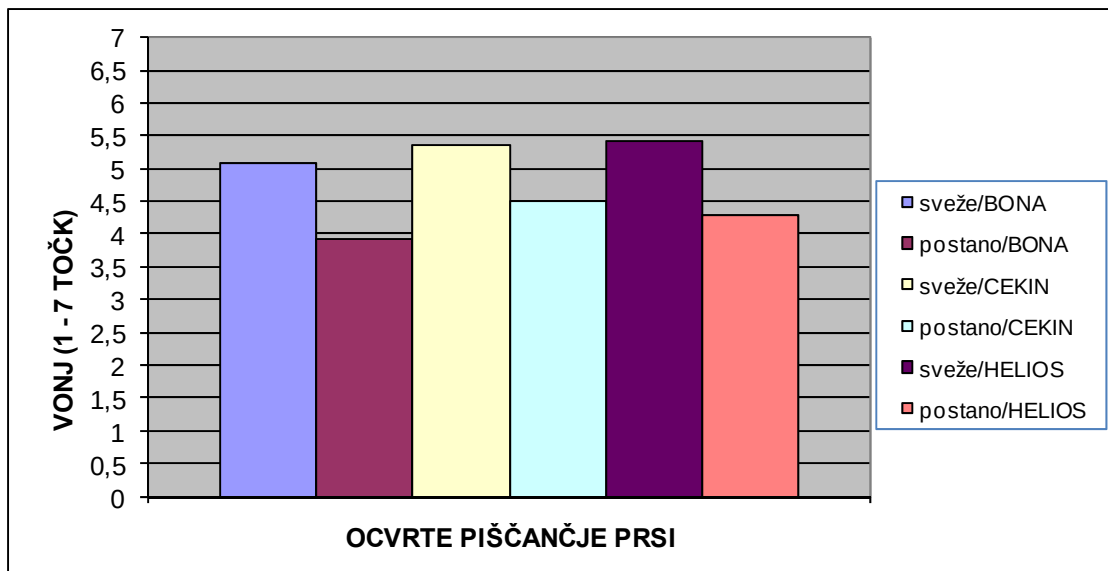
Piščančja prsa ocvrta v olju Bona so značilno ($p \leq 0,01$) najslabše ocenjena za značilnost barve ($p \leq 0,01$) in občutek v ustih ($p \leq 0,001$), ter najboljše za povezanost ($\leq 0,001$). Na druge ocenjene lastnosti piščančjih prsi vrsta olja za cvrenje ni vplivala (Preglednica 27).

Preglednica 28: Vpliv vrste olja za cvrenje na senzorično kakovost ocvrtih piščančjih prsi po hranjenju na toplem 2,5 ure pri T 50 °C

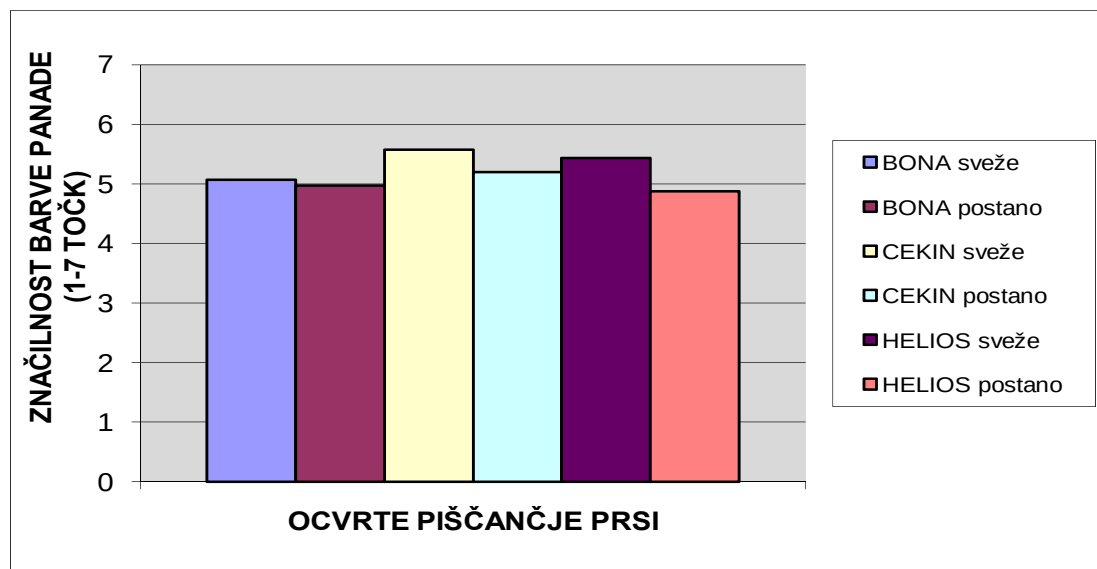
Ocvrte piščančje prsi glede na olje po hranjenju na toplem				
Lastnost (točke)	Bona	Cekin	Helios	značilnost vpliva
vonj (1-7)	3,9 ± 0,6 ^b	4,5 ± 0,6 ^a	4,3 ± 0,7 ^a	***
barva panade (1-4-7)	4,2 ± 0,8 ^a	3,9 ± 0,6 ^a	4,3 ± 0,8 ^a	nz
značilnost barve (1-7)	5,0 ± 0,5 ^{ab}	5,2 ± 0,5 ^a	4,9 ± 0,5 ^b	*
prilepnost (1-7)	5,1 ± 1,1 ^b	5,6 ± 0,8 ^a	5,4 ± 0,6 ^{ab}	*
povezanost (1-7)	5,5 ± 0,8 ^a	5,5 ± 0,6 ^a	5,3 ± 0,3 ^a	nz
hrustljivost (1-7)	3,8 ± 0,8 ^a	3,7 ± 0,8 ^a	4,0 ± 0,7 ^a	nz
sočnost (1-7)	4,3 ± 0,6 ^a	4,3 ± 0,5 ^a	4,4 ± 0,8 ^a	nz
občutek v ustih (1-4-7)	4,7 ± 0,8 ^a	4,5 ± 0,8 ^a	4,1 ± 0,7 ^b	**
aroma (1-7)	4,7 ± 0,4 ^a	4,8 ± 0,4 ^a	4,9 ± 0,5 ^a	nz
priokus (0-5)	0,5 ± 0,7 ^a	0,0 ± 0,2 ^b	0,3 ± 0,5 ^b	**
pookus (0-5)	0,2 ± 0,4 ^a	0,2 ± 0,4 ^a	0,2 ± 0,4 ^a	nz
skupni vtis (1-7)	4,8 ± 0,4 ^a	4,7 ± 0,4 ^a	4,8 ± 0,4 ^a	nz

Po hranjenju ocvrtih piščančjih prsi na toplem je vrsta olja za cvrenje značilno vplivala na vonj ocvrtega kosa ($p \leq 0,001$), na občutek v ustih in priokus ($p \leq 0,01$) ter na značilnost barve in prilepnost panade ($p \leq 0,05$) (preglednica 23). Izdelki ocvrti v olju Bona so bili najslabše ocenjeni za vonj in prilepnost panade, imeli so najizrazitejši priokus ter najboljši občutek v

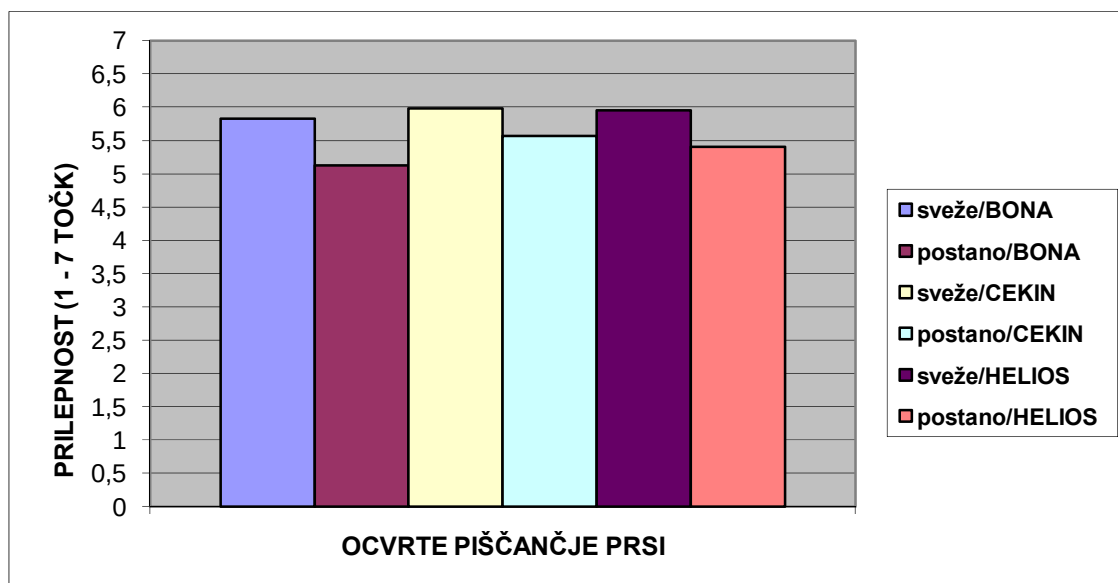
ustih. Na ostale lastnosti ocvrtega piščančjega mesa hranjenje na povišani temperaturi ni vplivalo (Preglednica 28).



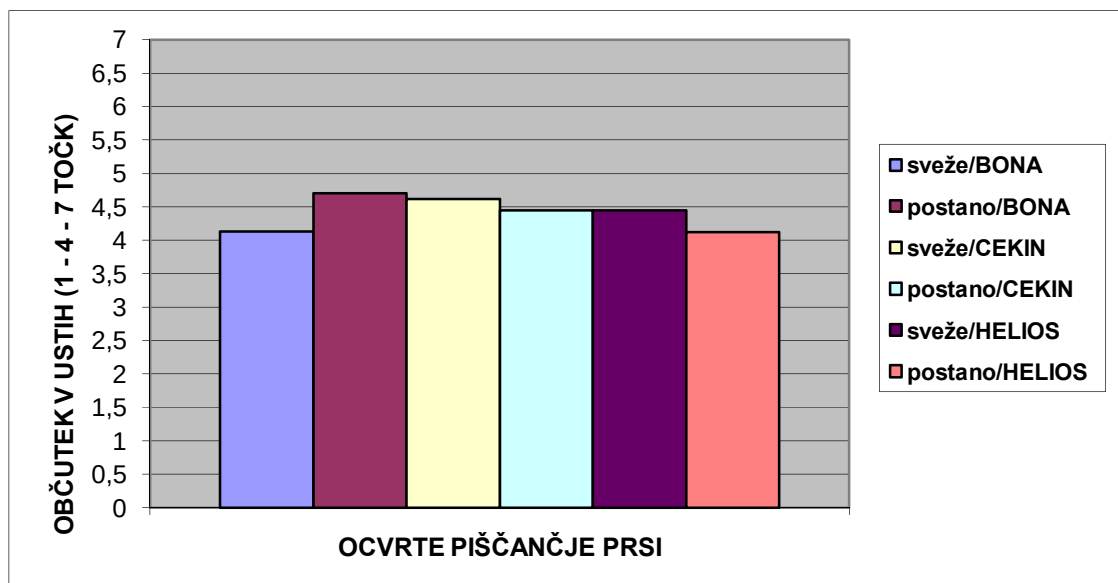
Slika 7: Primerjava senzorične ocene vonja svežih in postanih ocvrtih piščančjih prsi po cvrenju v treh vrstah olja



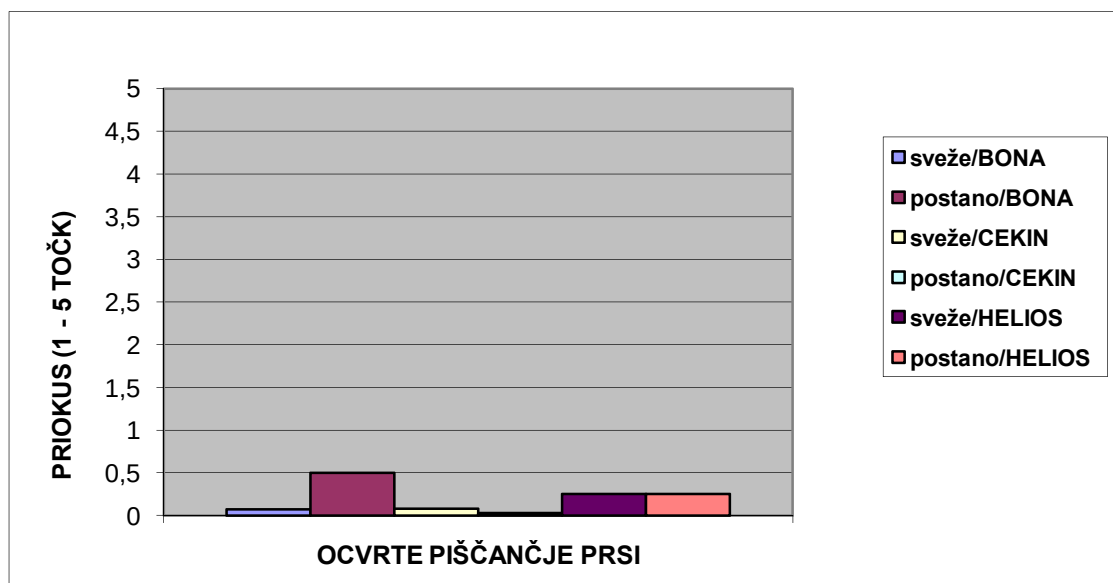
Slika 8: Primerjava senzorične ocene značilnosti barve panade svežih in postanih ocvrtih piščančjih prsi po cvrenju v treh različnih vrstah olja



Slika 9: Primerjava senzorične ocene prilepnosti panade svežih in postanih ocvrtih piščančjih prsi po cvrenju v treh različnih vrstah olja



Slika 10: Primerjava senzorične ocene občutka v ustih svežih in postanih ocvrtih piščančjih prsi po cvrenju v treh različnih vrstah olja

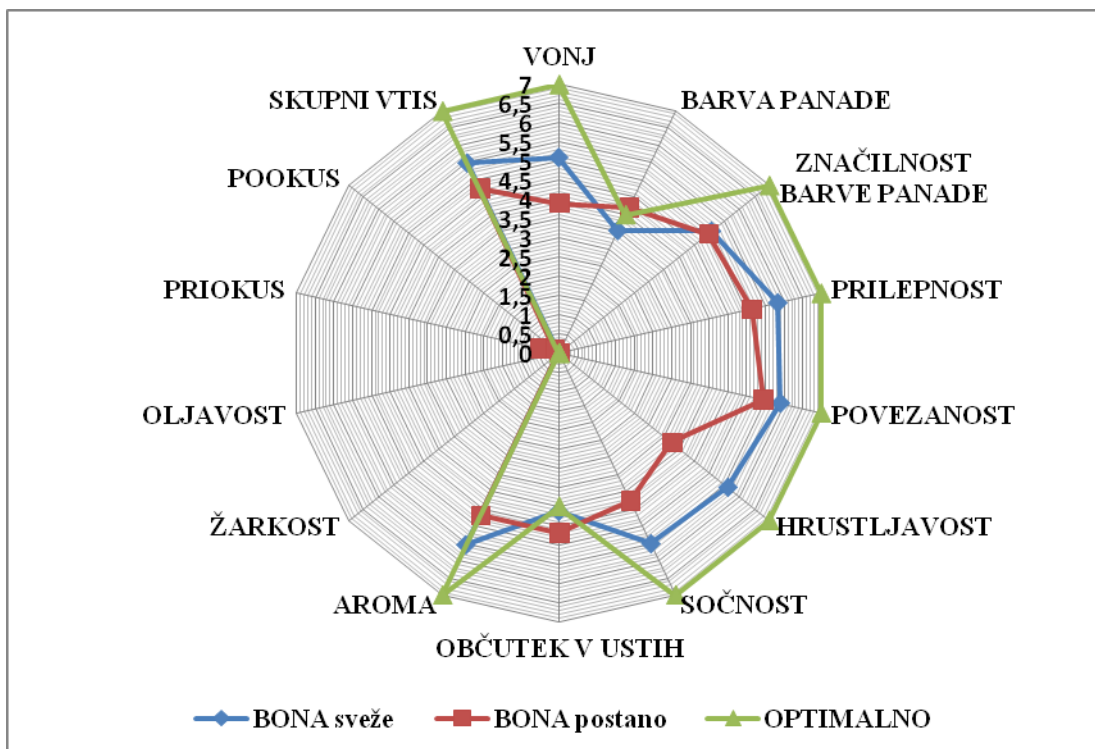


Slika 11: Primerjava senzorične ocene priokusa pri svežih in postanih vzorcih ocvrtih piščančjih prsi po cvrenju v treh različnih vrstah olja

Preglednica 29: Vpliv časa hranjenja po pripravi na senzorično kakovost piščančjih prsi ocvrtih v olju Bona

Lastnost (točke)	Ocvrte piščančje prsi v olju Bona		
	sveže ocvrte	po hranjenju na toplem 2,5 ure	značilnost vpliva
vonj (1-7)	5,1 ± 0,8 ^a	3,9 ± 0,6 ^b	***
barva panade (1-4-7)	3,5 ± 0,5 ^b	4,2 ± 0,8 ^a	***
značilnost barve (1-7)	5,1 ± 0,6 ^a	5,0 ± 0,5 ^a	nz
prilepnost (1-7)	5,8 ± 0,8 ^a	5,1 ± 1,1 ^b	***
povezanost (1-7)	5,9 ± 0,6 ^a	5,5 ± 0,8 ^b	**
hrustljivost (1-7)	5,6 ± 0,6 ^a	3,8 ± 0,8 ^b	***
sočnost (1-7)	5,5 ± 0,5 ^a	4,3 ± 0,6 ^b	***
občutek v ustih (1-4-7)	4,1 ± 0,5 ^b	4,7 ± 0,8 ^a	***
aroma (1-7)	5,6 ± 0,5 ^a	4,7 ± 0,4 ^b	***
priokus (0-5)	0,1 ± 0,3 ^b	0,5 ± 0,7 ^a	***
pookus (0-5)	0,0 ± 0,1 ^a	0,2 ± 0,4 ^a	nz
skupni vtis (1-7)	5,5 ± 0,4 ^a	4,8 ± 0,4 ^b	***

Vzorcem ocvrtim v olju Bona se je po hranjenju na toplem značilno poslabšala ($p \leq 0,001$) večina senzoričnih lastnosti z izjemo barve panade, ki je bližje optimalni oceni. Na značilnost barve in pookus vzorcev hranjenje na toplem ni vplivalo (preglednica 29)

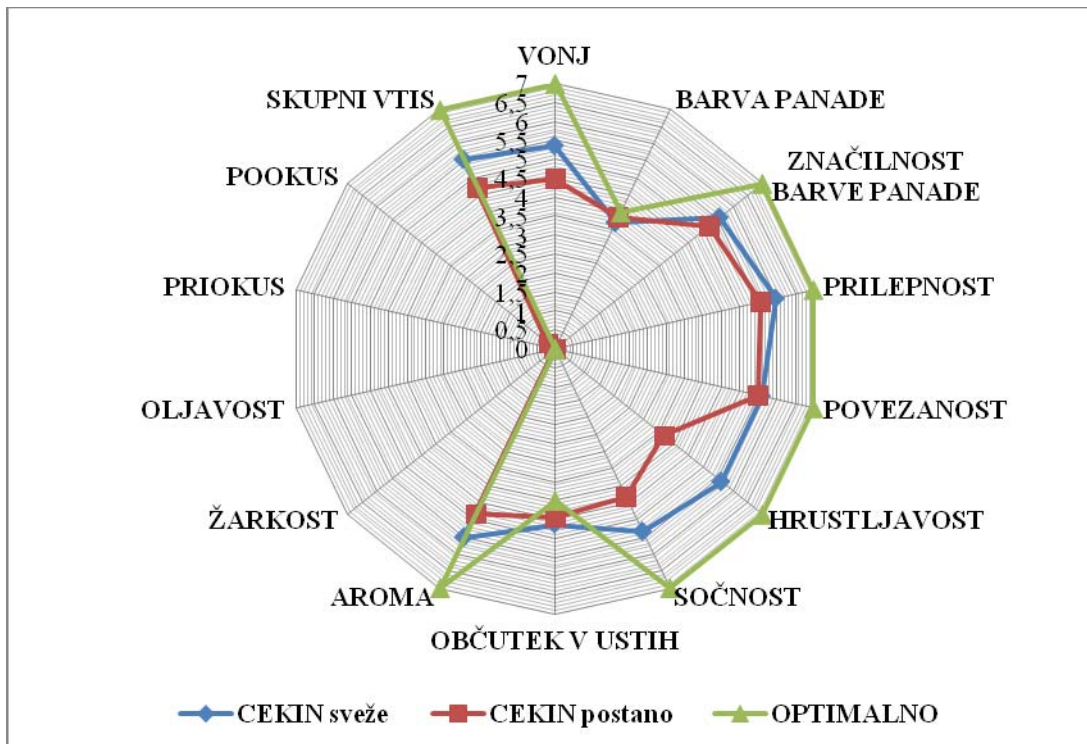


Slika 12: Primerjava senzoričnih lastnosti svežih in postanih kosov ocvrtega piščančjega mesa v olju Bona

Preglednica 30: Vpliv časa hranjenja po pripravi na senzorično kakovost piščančjih prsi po cvrenju v olju Cekin

Lastnost (točke)	Ocvrte piščančje prsi v olju Cekin		
	sveže ocvrte	po hranjenju na toplem 2,5 ure	značilnost vpliva
vonj (1-7)	5,4 ± 0,5 ^a	4,5 ± 0,6 ^b	***
barva panade (1-4-7)	3,7 ± 0,6 ^a	3,9 ± 0,6 ^a	nz
značilnost barve (1-7)	5,6 ± 0,8 ^b	5,2 ± 0,5 ^a	*
prilepnost (1-7)	6,0 ± 0,5 ^b	5,6 ± 0,8 ^a	*
povezanost (1-7)	5,6 ± 0,5 ^a	5,5 ± 0,6 ^a	nz
hrustljivost (1-7)	5,6 ± 0,5 ^a	3,7 ± 0,8 ^b	***
sočnost (1-7)	5,4 ± 0,5 ^a	4,3 ± 0,5 ^b	***
občutek v ustih (1-4-7)	4,6 ± 0,4 ^a	4,5 ± 0,8 ^a	nz
aroma (1-7)	5,5 ± 0,4 ^a	4,8 ± 0,4 ^b	***
priokus (0-5)	0,1 ± 0,2 ^a	0,0 ± 0,2 ^a	nz
pookus (0-5)	0,1 ± 0,2 ^a	0,2 ± 0,4 ^a	nz
skupni vtis (1-7)	5,6 ± 0,4 ^a	4,7 ± 0,4 ^b	***

Tudi vzorcem ocvrtim v olju Cekin se je po toplem hranjenju značilno poslabšala večina lastnosti, z izjemo barve panade, povezanosti, občutka v ustih, priokusa in pookusa (Preglednica 30).

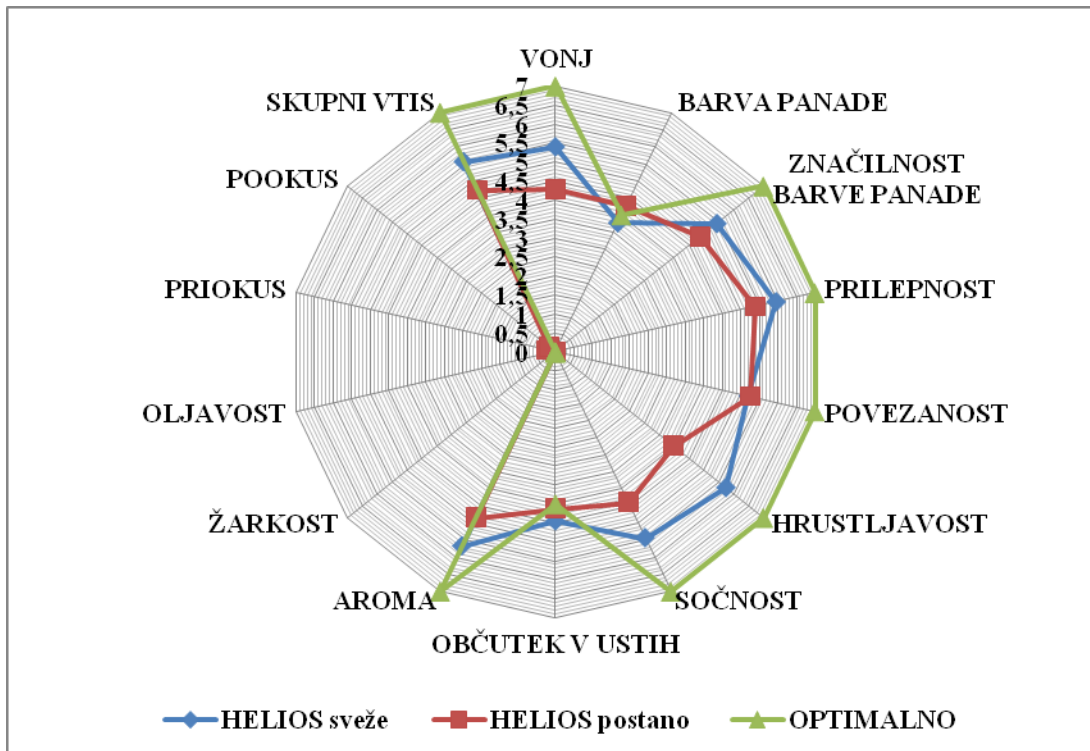


Slika 13: Primerjava senzoričnih lastnosti svežih in postanih kosov ocvrtega piščančjega mesa v olju Cekin

Preglednica 31: Vpliv časa hranjenja po pripravi na senzorično kakovost piščančjih prsi po cvrenju v olju Helios

Ocvrte piščančje prsi v olju Helios			
Lastnost (točke)	sveže ocvrte	po hranjenju na toplem 2,5 ure	značilnost vpliva
vonj (1-7)	5,4 ± 0,7 ^a	4,3 ± 0,7 ^b	***
barva panade (1-4-7)	3,8 ± 0,4 ^b	4,3 ± 0,8 ^a	**
značilnost barve (1-7)	5,4 ± 0,5 ^a	4,9 ± 0,5 ^b	***
prilepnost (1-7)	6,0 ± 0,8 ^a	5,4 ± 0,6 ^b	***
povezanost (1-7)	5,2 ± 0,5 ^a	5,3 ± 0,3 ^a	nz
hrustljivost (1-7)	5,7 ± 0,5 ^a	4,0 ± 0,7 ^b	***
sočnost (1-7)	5,4 ± 0,6 ^a	4,4 ± 0,8 ^b	***
občutek v ustih (1-4-7)	4,5 ± 0,5 ^a	4,1 ± 0,7 ^b	**
aroma (1-7)	5,7 ± 0,5 ^a	4,9 ± 0,5 ^b	***
priokus (0-5)	0,3 ± 0,5 ^a	0,3 ± 0,5 ^a	nz
pookus (0-5)	0,1 ± 0,2 ^a	0,2 ± 0,4 ^a	nz
skupni vtis (1-7)	5,6 ± 0,4 ^a	4,8 ± 0,4 ^b	***

Vzorcem ocvrtim v olju Helios se visoko značilno do zelo visoko značilno med toplim hranjenjem poslabšajo vse ocenjene lastnosti, razen povezanosti, priokusa in pookusa (Preglednica 31).



Slika 14: Primerjava senzoričnih lastnosti svežih in postanih kosov ocvrtega piščančjega mesa v olju Helios

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Naraščanje kislinske stopnje, peroksidnega števila in števila TBK v analiziranih oljih kaže na to, da so se procesi razgradnje v vseh treh oljih začeli, kljub temu, da smo panirane piščančje prsi v posameznem olju cvrli v samo šestih ponovitvah. Vrednosti kislinske stopnje in peroksidnega števila kažejo, da so najobširnejše oksidacijske in lipolitične spremembe med cvrenjem potekle v olju Bona, česar pred izvedbo poskusa nismo pričakovali, saj naj bi visoka vsebnost oleinske kisline v repičnem olju izboljšala oksidativno stabilnost olja. Vendar oksidacijske spremembe v nobeni vrsti olja niso presegle prve faze oksidacije, saj je bilo pri poskusu opravljeno zadosti majhno število ponovitev cvrenja in je bil postopek cvrenja izpeljan pravilno (ustrezen čas in temperatura olja). Tudi pri senzorični analizi vzorcev žarkost ni bila ugotovljena pri nobenem kosu ocvrtega piščančjega mesa.

Oljavost kot negativna senzorična lastnost ni bila ugotovljena pri nobenem vzorcu. Iz tega lahko sklepamo, da je bila za cvrenje izbrana primerna temperatura olja in da uporabljena olja po šestih ponovitvah cvrenja še niso pokazala znakov utrujene maščobe. Točka dimljenja se je pri vseh treh oljih po cvrenju znižala, vendar so bile vrednosti še vedno v mejah, ki so priporočene za svežo maščobo.

Na splošno je hranjenje ocvrtih piščančjih prsi na toplem poslabšalo njihovo kakovost ne glede na vrsto uporabljenih olj. Vendar so bile razlike med različnimi olji občutne, kar kaže na njihovo različno stabilnost in uporabnost za cvrenje.

Med svežimi ocvrtimi vzorci so najslabšo senzorično kakovost pokazali tisti, pripravljeni v olju Bona. Kaže, da je to olje najbolj podvrženo spremembam zaradi relativno visokega deleža linolne (do 20 %) in linolenske kisline (do 8 %). Senzorična analiza je pokazala, da spremembe v olju Bona niso vplivale na večino teksturnih lastnosti in pookus ocvrte perutnine. Značilno pa so se spremembe v olju senzorično zaznale v poslabšanju vonja, barve panade, prilepnosti panade, hrustljivosti panade in skupnem vtisu. Po dveurnem toplem shranjevanju se je kakovost vzorcev, ocvrtih v olju Bona še poslabšala, predvsem značilnost barve panade, povezanost panade, sočnost vzorcev, aroma in pojavil se je priokus po olju oziroma ribah. Rezultati našega poskusa so potrdili ugotovitve Salunkhe in sod., (1992), da se med cvrenjem pod vplivom visokih temperatur in zraka pri oljih z visoko vsebnostjo linolenske kisline (modificirano repično olje) pojavlja vonj po ribah ali po žarkem. Prav tako je ugotovil, da je izmed 138 hlapnih komponent v repičnem olju, kar 43 takih, ki so odgovorne za vonj po ribah in žarkost ocvrtega izdelka.

Sončnično olje je zaradi visoke vsebnosti linolne kisline, odsotnosti linolenske kisline in visoke vsebnosti naravnega antioksidanta α -tokoferola precej stabilno (Jamnik, 1992), kar so potrdili tudi naši rezultati kemijskih pokazateljev kvarjenja olj. Med cvrenjem sta se kislinska stopnja in peroksidno število sicer povečala, vendar ne v obsegu, ki bi kazal na zelo obširne oksidacijske in lipolitične spremembe. Sveži vzorci paniranih piščančjih prsi, ocvrtih v olju Cekin so bili v primerjavi z ostalimi vzorci najboljše ocenjeni za značilnost barve in prilepnost panade, vendar so dobili najslabše ocene za občutek v ustih, aromo in

sočnost, zaznali smo tudi priokus in pookus po olju. Sončnično olje je med cvrenjem kazalo rahle znake penjenja, kar je lahko posledica utrujenosti maščob ali onesnaženja s komponentami, ki to penjenje povzročijo. Izoblikovala se je nenavadno groba panada, ki je verjetno vplivala tudi na slabšo oceno za občutek v ustih, sočnost in aromo izdelka. Po toplem hranjenju so vzorci ocvrti v olju Cekin v primerjavi z ostalimi »postanimi« vzorci kazali kar sprejemljivo kakovost, saj so bili najvišje ocenjeni za vonj, značilnost barve panade, prilepnost panade in povezanost panade ter brez zaznavnega priokusa po olju. Najnižje pa so bili ocenjeni hrustljivost panade in skupni vtis, pojavil se je pookus, najverjetneje iz istih razlogov, kot pri svežih vzorcih.

Sveži vzorci prsi ocvrtih v olju Helios so bili v povprečju ocenjeni podobno kot vzorci ocvrti v drugih dveh oljih. To posebej ne opravičuje uporabo namenskega olja za cvrenje, ki je mešanica repičnega in arašidovega olja, čeprav se je le-to v našem poskusu pokazalo kot bolj stabilno med cvrenjem, saj se noben analiziran kemijski parameter kakovosti ni statistično značilno spremenil, za razliko od olj Bona in Cekin, pri katerih sta se po cvrenju povečala kislinska stopnja in peroksidno število. Primerjava naših rezultatov z literaturnimi podatki ni mogoča, ker niso bili narejeni testi cvrenja na enakih oljih kot v našem poskusu. Po dveurnem hranjenju na toplem se je kakovost ocvrtih prsi v olju Helios poslabšala podobno kot pri ocvrtih v drugih dveh oljih. V tem primeru se kemijski kazalci večje stabilnosti Helios olja niso dovolj izrazito pokazali tudi v boljši kakovosti ocvrtih izdelkov.

5.2 SKLEPI

Cilj naloge je bil dosežen in na osnovi opravljenih fizikalno – kemijskih analiz olj za cvrenje in senzorične analize svežih in postanih ocvrtih piščančjih prsi, lahko sklepamo naslednje:

- Zmerno število ponovitev zaporednih cvrenj (6) v isti maščobi ni povzročilo obsežnih oksidacijskih sprememb oziroma pojav utrujenosti maščob. Značilno zmerno povečanje kislinske stopnje, peroksidnega števila in števila tiobarbiturne kisline, ter znižanje točke dimljenja v uporabljenih oljih kažejo na to, da je potekla začetna faza razgradnih procesov, ki pa še niso bili moteči za kakovost ocvrtega živila.
- Večjo termostabilnost na razgradne procese (KS, PŠ, TBK) je pokazalo namensko olje za cvrenje Helios, ki je mešanica repičnega in arašidovega olja.
- Senzorična kakovost svežega ocvrtega piščančjega mesa se med tremi uporabljenimi olji ni bistveno razlikovala, čeprav so izdelki ocvrti v olju Bona pokazali slabšo značilnost barve in občutek v ustih.
- Repično olje (Bona) je v ocvrtih piščančjih prsih po hranjenju na toplem povzročilo priokus po ribah in oljih in na splošno nekoliko slabše druge senzorične lastnosti.
- Sončnično olje (Cekin) se je pokazalo kot bolj primerno za oblikovanje in ohranjanje kakovosti ocvrtega piščančjega mesa, čeprav je tekstura panade nekoliko bolj groba in prisoten pookus po olju.

- Namensko olje za cvrenje (Helios) iz arašidovega in repičnega olja se je pokazalo kot najbolj primerno z vidika senzorične kakovosti svežega ocvrtega piščančjega mesa. Tudi po hranjenju na toplem se od senzoričnih lastnosti nekoliko poslabšajo le vonj, značilnost barve, prilepnost in hrustljivost panade ter skupni vtis, ki pa je podoben kot pri drugih dveh oljih. .

6 POVZETEK

Cvrenje je med potrošniki zelo zaželen postopek toplotne obdelave piščančjega mesa. Postopek je hiter, ocvrte jedi pa so atraktivnega videza, vonja in okusa. Cvrenje uvrščamo med suhe toplotne postopke in se uporablja predvsem za toplotno obdelavo živil, ki vsebujejo manj maščob. Zelo pomembno je, da je postopek cvrenja izpeljan pravilno, saj je oljavost ocvrtih izdelkov nezaželena zaradi prevelike absorpcije maščob. Ocvrt izdelek mora pridobiti zlatorumeno barvo površine, ustrezno hrustljivost in atraktivno aromo. Kemijske in fizikalne spremembe, ki potekajo v maščobi med segrevanjem, se kažejo v poslabšanju senzoričnih lastnosti in posredno v znižanju prehranske vrednosti živila. Ocvrta živila absorbirajo maščobo in razgradne produkte maščob med cvrenjem, zato je kakovost izbrane maščobe za pripravo hrane zelo pomembna. Poslabšanje senzoričnih lastnosti ocvrtega izdelka je v tesni povezavi z razgradnjo maščob med cvrenjem.

V poskusu smo raziskali vpliv različnih dejavnikov na senzorične lastnosti ocvrtega mesa piščancev takoj po toplotni obdelavi in po zadrževanju vzorcev na toplem. Za poskus smo izbrali tri vrste olja: repično (Bona), sončnično (Cekin) in namensko olje za cvrenje (Helios). V oljih smo ocvrli piščančje prsi ($T_s=80\text{ }^{\circ}\text{C}$) v dunajski panadi. S fizikalno - kemijskimi testi olja (točka dimljenja, kislinska stopnja, peroksidno število, število tiobarbiturne kisline) in senzoričnim ocenjevanjem (analitični deskriptivni test) ocvrtih izdelkov smo poskusili ugotoviti ali s pravilno izbiro olja za cvrenje lahko vplivamo na ohranjanje kakovosti ocvrtega piščančjega mesa.

Glede na rezultate analiz vzorcev olj in ocvrtih živil lahko sklepamo, da zmerno število ponovitev zaporednih cvrenj v isti maščobi ne povzroči obsežnih oksidacijskih sprememb oziroma pojava utrujenosti maščob, temveč le začetno fazo razgradnih procesov, ki pa še niso moteči za kakovost ocvrtega živila. Večjo termostabilnost na razgradne procese je pokazalo namensko olje za cvrenje Helios, ki je mešanica repičnega in arašidovega olja.

Senzorična kakovost svežega ocvrtega piščančjega mesa se v odvisnosti od treh uporabljenih olj ni bistveno razlikovala, vendar so izdelki ocvrti v repičnem olju Bona pokazali slabšo značilnost barve in občutek v ustih. Po hranjenju na toplem je repično olje v ocvrtih piščančjih prsih povzročilo priokus po ribah in oljih in na splošno nekoliko slabše druge senzorične lastnosti. Sončnično olje se je pokazalo kot bolj primerno za oblikovanje in ohranjanje kakovosti ocvrtega piščančjega mesa. Namensko olje za cvrenje iz arašidovega in repičnega olja pa se je pokazalo kot najbolj primerno z vidika senzorične kakovosti svežega ocvrtega piščančjega mesa. Tudi po hranjenju na toplem so bile senzorične lastnosti dobre, vendar le-te niso izstopale v taki meri, kot bi to lahko sklepali iz kemijskih parametrov kakovosti.

7 VIRI

Baur J.F. 1995. Nutritional aspects of oils and fats. V: Food oils and fats. Lawson H. (ed.). London, Chapman & Hall: 203-280.

Boskou D. 2002. Frying fats. V: Chemical and functional properties of food lipids. Sikorski Z.E., Kolakowska A. (eds.). New York, CRC Press LLC: 326-340.

Bučar F. 1989. Tehnologija mesa. Študijsko gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 89 str.

Chow E.K. 1992. Fatty acids in foods and their health application. New York, Marcel Dekker Inc: 70-138.

Cross H.R., Leu R., Miller M.F. 1987. Scope of warmed-over flavour and its importance to the meat industry. V: Warmed-over flavour of meat. St. Angelo A.J., Bailey E.M. (eds.). Orlando, Academic Press, Inc.: 1-18.

Enig M.G. 2000. Know your fats: The many sources of fats and oils. Silver Spring, Bethesda Press: 113-144.

Gaonkar A.G., Mc Pherson A. 2005. Ingredient interactions: Effects on food quality. London, CRC Press, Inc.: 229-230.

Gašperlin L. 2000. Tehnologija mesa. Študijsko gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 10 str.

Golob T., Stibilj V., Žlender B., Doberšek U., Jamnik M., Polak T., Salobir J., Čandek P.M. 2006a. Perutnina. V: Slovenske prehranske tabele - meso in mesni izdelki. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 148-155.

Golob T., Bertonecelj J., Doberšek U., Jamnik M. 2006b. Senzorična analiza živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 7-53.

Grbac L.V., Vidović K. 2002. HACCP v velikih kuhinjah in v catering obratih. V: Priročnik za postavljanje in vodenje sistema HACCP. Raspor P.(ur.). Ljubljana, Slovenski inštitut za kakovost in meroslovje, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 392-409.

Hargis P.S., Van Elswyk M.E. 1993. Manipulating the fatty acid composition of poultry meat and eggs for the health conscious consumer. World's Poultry Science Journal, 49: 251-264.

Holland B. 1992. McCance and Widdowson's the composition of foods. 5th ed. London, The Royal Society of Chemistry: Ministry of Agriculture, Fisheries and Food: 122-187.

Hui Y.H. 1996. Oils and fats in snack foods. V: Bailey's industrial oil and fat products. 5th ed. Vol.2. Hui Y.H. (ed.). New York, John Wiley & Sons: 409-421.

Jadhav S.J., Nimbalkar S.S., Kulkarni A.D., Madhavi D.L. 1996. Lipid oxidation in biological and food systems. V: Food antioxidants, technological and health perspectives. Madhavi D.L., Deshpande S.S., Salunkhe D.K. (eds.). New York, Marcel Dekler, Inc.: 5-41.

Jamnik S. 1992. Olja in masti rastlinskega porekla. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana 4. in 5. junij 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 57-69.

Kanner J. 1994. Oxidative processes in meat products: quality implications. Meat Science, 36, 1: 169-189.

Klofutar C. 1992. Fizikalno kemijske lastnosti triacilglicerolov. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana 4. in 5. junij 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 11-16.

Levstek P., Grum A. 1995. Kuharstvo. 3. izd. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 26-71.

Lillard D.A. 1987. Oxidative deterioration in meat, poultry and fish. V: Warmed-over flavor of meat. St. Angelo A.J., Bailey E.M. (eds.). Orlando, Academic Press, Inc.: 41-67.

Love J. 1987. Mechanism of iron catalysis of lipid oxidation in warmed-over flavour of meat. V: Warmed-over flavor of meat. St. Angelo A.J., Bailey E.M. (eds.). Orlando, Academic Press, Inc.: 19-39.

Melton S.L. 1996. Nutritional needs for fat and the role of fat in the diet. V: Deep frying: chemistry, nutrition, and practical applications. Perkins E.G., Erickson M.D. (eds.). Champaign, AOCS Press: 151-159.

Moreira R.G. 2006. The engineering aspects of deep-fat frying. V: Handbook of food science, technology, and engineering. Vol. 3. Hui Y.H. (ed.). New York, Taylor & Francis: CRC Press: 111-1 - 111-5.

O'Brien R.D. 2004. Fats and oils: Formulating and processing for applications. 2nd ed. Boca Raton, CRC Press: 592 str.

Orthoefer F.T., Gurkin S., Liu, K. 1996. Changes occurring during deep-fat frying. V: Deep frying: chemistry, nutrition, and practical applications. Perkins E.G., Erickson M.D. (eds.). Champaign, AOCS Press: 223-244.

Polak T. 1999. Vpliv reje na maščobnokislinsko sestavo mesa pitovnih piščancev. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 74-103.

Pravilnik o kakovosti jedilnih rastlinskih olj, jedilnih rastlinskih masteh in majonezi. 2003. Uradni list Republike Slovenije, 13, 122: 16814-16819.

Rade D., Rimac B.S., Lelas V. 1997. Deep fat frying of french fried potatoes in palm oil and vegetable oil. *Food Tehnology*, 35, 2: 119-124.

Ranken M.D. 1994. Rancidity in meats. V: *Rancidity in foods*. 3rd ed. Allen J.C., Hamilton R.J. (eds.). Suffolk, Chapman & Hall: 191-202.

Salunkhe D.K., Chavan J.K., Adsule R.N., Kadam S.S. 1992. Rapeseed. V: *World oilseeds, chemistry, technology and utilization*, New York, Van Nostrand Reinhold: 59-96.

SAS Software. Version 8.01. 1999. Cary, SAS Institute Inc.

Sato K., Hegarty G.R. 1971. Warmed-over flavor in cooked meats. *Journal of Food Science*, 36: 1098-1102.

Shahidi F. 1994. Assesment of lipid oxidation and off-flavour development in meat, meat products and seafoods. V: *Flavor of meat, meat products and seafoods*. Shahidi F. (ed.). London, Blackie Academic&Professional Science: 373-390.

Skvarča M. 1995. Spremembe in kakovost rastlinskih maščob po cvrenju. V: *Olje in zdravje*. Pokorn D. (ur.). Ljubljana, Medicinska fakulteta, Inštitut za higieno: 1-15.

Skvarča M. 1997a. Absorpcija različnih maščob med cvrenjem živil. V: *Tehnologija, hrana, zdravje*. Knjiga del. 1. slovenski kongres o hrani in prehrani z mednarodno udeležbo. Knjiga del. Bled, 21-25 april 1996. Raspor P., Pitako D., Hočevar I. (ur.). Ljubljana, Društvo živilskih - prehranskih strokovnih delavcev Slovenije: 1000-1004.

Skvarča M. 1997b. Gastronomski in zdravstveni vidiki priprave mesa. V: *Meso v prehrani in zdravje*. Radenci, 20. in 21. november 1997. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 107-120.

Skvarča M. 2000a. Postopki toplotne priprave mesa in spremembe na maščobah. V: *Meso in mesnine za kakovostno prehrano*. Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 161-170.

Skvarča M. 2000b. Zdravstveni vidiki razgradnje maščob med skladiščenjem in pripravo mesa. V: *Meso in mesnine za kakovostno prehrano*. Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 139-151.

Skvarča M. 2001. Kemijska sestava perutnine. *Meso in mesnine*, 2, 4: 5-10.

Souci S.W., Fachmann W., Kraut H. 2000. *Food composition and nutrition tables*. 6th ed. Stuttgart, Medpharm Scientific Publishers: 372-397.

Šmigoc V. 2001. Panirani proizvodi iz perutninskega mesa. *Meso in mesnine*, 2, 3: 56-57.

USDA. 1995. Nutrition and your health: Dietary guidelines for Americans. 4th ed. Washington, USDA- US Department of Agriculture: 1-59. (Home and Garden Bulletin; 232)

<http://webharvest.gov/peth04/20041025163037/http://www.barc.usda.gov/bhnrc/foodsurvey/pdf/Tbs1995.pdf>

Varela G., Bender A.E., Morton I.D.(eds). 1988. Frying of food. Principles, changes, new approaches. Chichester, Ellis Horwood: 202 str.

Vidmar L., Oštrič-Matijašević B. 1992. Termooksidativne spremembe olja med cvrenjem. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana 4. in 5. junij 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 46-56.

Zelenik-Blatnik M. 1992. Kemične spremembe triacilglicerolov v živilih. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana 4. in 5. junij 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 17-27.

Žlender B. 1991. Maščobe v kulinariki. V: Seminar maščobe v prehrani. Ljubljana, Medicinska fakulteta, Inštitut za higieno: 57-70.

Žlender B. 1992. Kakovost in pomen lipidov v mesu in mesninah. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi, Ljubljana 4. in 5. junij 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 90-102.

Žlender B. 2000. Postopki za zmanjšanje oksidativnega kvara maščob v mesu in mesnih izdelkih. V: Meso in mesnine za kakovostno prehrano. Portorož, 10. in 11. februar 2000. Žlender B., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 153-160.

Žlender B. 2004. Današnja gledanja o pomenu in vlogi mesa v zdravi in uravnoteženi prehrani. Nastopno predavanje ob izvolitvi v rednega profesorja. Interno gradivo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 25 str.

Žlender B., Gašperlin T. 2005. Značaj i uloga lipida mesa u bezbednoj i balansiranoj ishrani. Tehnologija mesa, 46, 1-2: 11-21.

White P.J. 1991. Methods for measuring changes in deep fat – frying oils. Food Technology, 45, 2: 75-80.

ZAHVALA

DANES JE TISTI JUTRI, KI BI MORAL BITI VČERAJ.

Iskreno se zahvaljujem spoštovanemu mentorju prof. dr. Božidarju Žlendru in recenzentu doc. dr. Rajku Vidrihu za strokovno pomoč in pregled naloge.

Nikoli se ne bom mogla dovolj zahvaliti dragi in spoštovani viš. pred. mag. Marleni Skvarča. Iskrena in neizmerna hvala za obsežno in nesebično strokovno pomoč in moralno vzpodbudo.

Za statistično obdelavo podatkov se zahvaljujem dr. Lei Gašperlin.

Za pregled referenc se zahvaljujem univ. dipl. ing. Ivici Hočevnar.

Dragim staršem: mami in pokojnemu očetu hvala za vso podporo in spodbudo pri študiju.

Dragi Klari in dragi Tjaši iskrena hvala za pomoč, moralno podporo in zaupanje tudi takrat, ko je čas tekel prehitro.

In nazadnje, dragemu možu Benjaminu in ljubima hčerkama Ani in Patriciji posebna in neizmerna hvala za razumevanje, podporo in vzpodbudo pri dokončanju študija.