

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Špela KOTAR

TEHNOLOŠKI POSTOPEK IZDELAVE KAJMAKA

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA ŽIVILSTVO

Špela KOTAR

TEHNOLOŠKI POSTOPEK IZDELAVE KAJMAKA

DIPLOMSKO DELO
Univerzitetni študij

TECHNOLOGICAL PROCEDURE OF KAJMAK PRODUCTION

GRADUATION THESIS
University studies

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek univerzitetnega študija živilske tehnologije. Tehnološki del je bil opravljen v eksperimentalni sirarni, kemijske in mikrobiološke analize ter senzorična ocena pa v Laboratoriju za mlekarstvo in na Katedri za mlekarstvo, Oddelka za zootehniko, Biotehniška fakulteta, Univerze v Ljubljani.

Za mentorico diplomskega dela je imenovana doc. dr. Andreja Čanžek Majhenič, za somentorja prof. dr. Bogdan Perko in za recenzentko doc. dr. Barbara Jeršek.

Mentorica: doc. dr. Andreja Čanžek Majhenič

Somentor: prof. dr. Bogdan Perko

Recenzentka: doc. dr. Barbara Jeršek

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Datum zagovora:

Delo je rezultat lastnega raziskovalnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega dela v polnem tekstu na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Špela KOTAR

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD Dn
DK UDK 637.131+637.148:579.67.083:543.92 (043)=163.6
KG mleko/surovo mleko/mlečni izdelki/kajmak/tradicionalni način izdelave kajmaka/analiza mleka/kemijska analiza kajmaka/mikrobiološka kakovost kajmaka/zorenje kajmaka/senzorične lastnosti kajmaka
AV KOTAR, Špela
SA ČANŽEK MAJHENIČ, Andreja (mentorica)/PERKO, Bogdan (somentor)/JERŠEK, Barbara (recenzentka)
KZ SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo
LI 2012
IN TEHNOLOŠKI POSTOPEK IZDELAVE KAJMAKA
TD Diplomsko delo (univerzitetni študij)
OP X, 47 str., 17 preg., 22 sl., 32 vir.
IJ sl
JI sl/en
AI Namen diplomskega dela je bil postaviti tehnološki postopek in po njem izdelati kajmak, s pomočjo analiz pa ovrednotiti njegovo kemijsko, mikrobiološko in senzorično kakovost. Kajmak smo izdelali v treh zaporednih poskusih, vsakič pa smo izdelani kajmak prenesli v isto posodo in tako na koncu dobili enoten vzorec kajmaka. V svežem in zrelem kajmaku smo s kemijskimi analizami določili vsebnost suhe snovi, beljakovin in maščobe. Vsakih 14 dni pa do polne zrelosti kajmaka (60 dni) smo v kajmaku spremljali skupno število mikroorganizmov, število lipolitičnih in proteolitičnih mikroorganizmov ter ugotavljali prisotnost koliformnih bakterij. Senzorično smo ocenili samo zrel kajmak. Kemijska sestava kajmaka je bila ustrezna in skladna z zahtevami pravilnika (Pravilnik o kakovosti mleka, mlečnih izdelkov..., 1993). Mikrobiološka kakovost pa ni bila povsem ustrezna, saj smo ugotovili visoko skupno število mikroorganizmov ter močno povišano število koliformnih mikroorganizmov. Pri mladem in 15 dni starem kajmaku smo določili povišano število lipolitičnih mikroorganizmov, medtem ko je bilo število proteolitičnih mikroorganizmov v vseh vzorcih ustrezno. Senzorična ocena je pokazala, da lahko zrel kajmak uvrstimo v ekstra E kakovostni razred.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dn
DC UDC 637.131+637.148:579.67.083:543.92 (043)=163.6
CX milk/raw milk/dairy products/kajmak/traditional method of kajmak production/analysis of milk/chemical analysis of kajmak/microbiological quality of kajmak/maturation of kajmak/sensory analysis of kajmak
AU KOTAR, Špela
AA ČANŽEK MAJHENIČ, Andreja (supervisor)/ PERKO, Bogdan (co-advisor)/ JERŠEK, Barbara (reviewer)
PP SI – 1000 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology
PY 2012
TI TECHNOLOGICAL PROCEDURE OF KAJMAK PRODUCTION
DT Graduation Thesis (University Studies)
NO X, 47 p., 17 tab., 22 fig., 32 ref.
LA sl
AL sl/en
AB The aim of the thesis was to introduce the technological procedure of kajmak production and evaluate its chemical, microbiological and sensory quality. Kajmak was made in three consecutive trials and from each trial kajmak was collected in the same container so we ended up getting a single sample of kajmak. Fresh and mature kajmak were analyzed for dry mater, total fat and protein content. Every 14 days to full maturity of kajmak (60 days) we monitored the total count of microorganisms, counts of proteolytic and lipolytic microorganisms and we identified the presence of coliforms. Only mature kajmak was sensory evaluated. Chemical parameters of kajmak samples were consistent with chemical quality requirements. On the other hand microbiological quality did not meet completely the microbiological requirements due to high counts of total microorganisms and coliform bacteria. Fresh and 2 weeks matured kajmak contained increased counts of lipolytic microorganisms while the counts of proteolytic microorganisms in all samples were appropriate. Sensory evaluation showed that mature kajmak can be classified into extra-E class.

KAZALO VSEBINE

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VIII
KAZALO SLIK	IX
OKRAJŠAVE IN SIMBOLI	X
1 UVOD	1
1.1 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE	2
1.2 DELOVNE HIPOTEZE	2
2 PREGLED OBJAV	3
2.1 TRADICIONALEN NAČIN PROIZVODNJE KAJMAKA	3
2.2 KOLIBE	3
2.3 SEGREVANJE MLEKA	4
2.3.1 Vpliv toplotne obdelave na beljakovine in maščobo mleka	4
2.4 RAZLIVANJE MLEKA	4
2.4.1 Vpliv sestave mleka na oblikovanje in sestavo začetnega sloja	5
2.5 KAJMAČENJE	6
2.6 POSNEMANJE KAJMAKA	7
2.6.1 Mlečna maščoba	7
2.7 ZORENJE IN SOLJENJE KAJMAKA	9
2.8 TEHNOLOŠKI POSTOPEK TRADICIONALNE IZDELAVE KAJMAKA	9
2.9 LASTNOSTI KAJMAKA	11
2.9.1 Delitev kajmaka glede na zrelost	11
2.9.2 Kemijska sestava kajmaka	12
2.9.3 Klasifikacija kajmaka	13
2.9.4 Senzorične lastnosti kajmaka	13
2.10 POMANJKLJIVOSTI TRADICIONALNEGA NAČINA PROIZVODNJE	14
2.10.1 Mikrobiološki status zraka in delovnih površin pri tradicionalni proizvodnji kajmaka	14
2.11 NAPAKE KAJMAKA	15
2.12 SEKUNDARNI PROIZVODI	15
2.13 MIKROBIOLOŠKI STATUS KAJMAKA	15
2.13.1 Mikrobiološke analize kajmaka	16
2.13.2 Prevladujoča mlečnokislinska populacija v vzorcih kajmaka	16
2.14 POTENCIALNI POSTOPEK ZA INDUSTRIJSKO PROIZVODNJO KAJMAKA	17
2.14.1 Vroča inkubacija	18
2.14.2 Zamenjava substrata pod oblikovanim začetnim slojem	19
2.14.3 Hlajenje smetane	19
2.14.4 Hladna aglutinacija	19
2.14.5 Odlivanje preostale smetane	20
2.14.6 Cepitev kajmaka	20
2.14.7 Zorenje	20

3	MATERIAL IN METODE.....	24
3.1	NAČRT POSKUSA	24
3.1.1	Prikaz tehnološkega postopka	25
3.2	MATERIAL	26
3.2.1	Mleko	26
3.2.2	Gojišča in raztopine za razredčevanje.....	26
3.2.2.1	Trdno gojišče PCA za določanje skupnega števila mikroorganizmov (SŠMO) in proteolitičnih mikroorganizmov	27
3.2.2.2	Trdno gojišče VRB za določanje koliformnih mikroorganizmov	27
3.2.2.3	Trdno gojišče TBA za določanje lipolitičnih mikroorganizmov	27
3.2.2.4	Raztopina za razredčevanje vzorcev.....	27
3.3	LABORATORIJSKA OPREMA	27
3.4	METODE.....	28
3.4.1	Analize mleka	28
3.4.1.1	Določanje vsebnosti beljakovin, maščobe in laktoze	28
3.4.1.2	Določanje števila somatskih celic.....	28
3.4.1.3	Določanje skupnega števila mikroorganizmov	28
3.4.1.4	Določanje zmrziščne točke	28
3.4.1.5	Določanje prisotnosti zaviralnih snovi	29
3.4.2	Vzorčenje kajmaka	29
3.4.3	Kemijske analize vzorcev kajmaka	29
3.4.3.1	Določanje vsebnosti maščobe.....	29
3.4.3.2	Določanje vsebnosti beljakovin	30
3.4.3.3	Določanje vsebnosti suhe snovi.....	30
3.4.3.4	Določanje vsebnosti vode	30
3.4.3.5	Določanje vsebnosti maščobe v suhi snovi	30
3.4.4	Mikrobiološke analize vzorcev kajmaka	30
3.4.4.1	Priprava vzorca kajmaka za mikrobiološko analizo	30
3.4.4.2	Določanje števila posameznih skupin mikroorganizmov	31
3.4.4.2.1	Gojišče TBA za določanje števila lipolitičnih MO.....	31
3.4.4.2.2	Gojišče PCA z dodanim mlekom v prahu za določanje SŠMO in proteolitičnih MO	31
3.4.4.2.3	Gojišče VRB za določanje števila koliformnih MO.....	31
3.4.5	Senzorično ocenjevanje kajmaka	32
4	REZULTATI.....	33
4.1	ANALIZA MLEKA.....	33
4.2	KEMIJSKA ANALIZA VZORCEV KAJMAKA.....	33
4.3	MIKROBIOLOŠKA ANALIZA VZORCEV KAJMAKA	34
4.3.1	Določanje skupnega števila mikroorganizmov.....	34
4.3.2	Določanje števila proteolitičnih mikroorganizmov.....	35
4.3.3	Določanje števila koliformnih mikroorganizmov	35
4.3.4	Določanje števila lipolitičnih mikroorganizmov	37
4.4	SENZORIČNA ANALIZA KAJMAKA.....	37
4.5	TEHNOLOŠKI POSTOPEK IZDELAVE KAJMAKA.....	38

5	RAZPRAVA IN SKLEPI	40
5.1	RAZPRAVA	40
5.2	SKLEPI	42
6	POVZETEK	42
7	VIRI.....	44
ZAHVALA		

KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1:	Delež posameznih sestavin mlečne maščobe (Tratnik, 1998: 52).....	8
Preglednica 2:	Opis temperaturno časovnih režimov avtohtone tehnologije izdelave kajmaka (Bijeljac in Sarić, 2005: 150).....	9
Preglednica 3:	Kemijska sestava kajmaka določena s pravilnikom (Pravilnik o kakovosti mleka, mlečnih izdelkov..., 1993; Puđa in sod., 2006: 224).	12
Preglednica 4:	Kemijska sestava mladega kajmaka (Bijeljac in Sarić, 2005: 151).	12
Preglednica 5:	Kemijska sestava zrelega kajmaka (Bijeljac in Sarić, 2005: 151).	12
Preglednica 6:	Primerjava kemijske sestave kajmaka s kemijsko sestavo masla in sira (Puđa in sod., 2008: 167).	13
Preglednica 7:	Mikrobiološka analiza zraka v prostorih za proizvodnjo in skladiščenje kajmaka (Pešić Mikulec in sod., 2010: 54).	14
Preglednica 8:	Mikrobiološka analiza površin, ki pridejo v stik s kajmakom (Pešić Mikulec in sod., 2010: 54).	15
Preglednica 9:	Kemijska sestava kajmaka, pridobljenega po industrijskem postopku (Radin in sod., 2005a: 62).	21
Preglednica 10:	Pogoji gojenje petrijevih plošč za določanje števila posameznih skupin mikroorganizmov.....	31
Preglednica 11:	Rezultati analize mleka	33
Preglednica 12:	Rezultati kemijske analize mladega in zrelega kajmaka.....	33
Preglednica 13:	SŠMO (KE/g) v kajmaku med zorenjem	34
Preglednica 14:	Število proteolitičnih mikroorganizmov (KE/g) v kajmaku med zorenjem	35
Preglednica 15:	Število koliformnih mikroorganizmov (KE/g) v kajmaku med zorenjem	36
Preglednica 16:	Število lipolitičnih mikroorganizmov (KE/g) v kajmaku med zorenjem..	37
Preglednica 17:	Rezultati senzoričnih lastnosti zrelega kajmaka po 20-točkovnem sistemu ocenjevanja.....	38

KAZALO SLIK

Slika 1:	Primer kolibe, v kakršni so včasih proizvajali kajmak (Milanović, 2006: 77).	3
Slika 2:	Vpliv vsebnosti proteinov v mleku na vsebnost maščobe v začetnem sloju (Puđa in sod., 2005b: 182)	6
Slika 3:	Vpliv vsebnosti maščobe na vsebnost proteinov v začetnem sloju (Puđa in sod., 2005b:180)	6
Slika 4:	Lesene posode za kajmačenje (Milanović, 2006: 98)	7
Slika 5:	Tradicionalen način izdelave kajmaka (Puđa in sod., 2008: 165).....	11
Slika 6:	Pogostnost posameznih vrst mlečnokislinskih bakterij v vzorcih kajmaka (Joković in sod., 2008: 310).....	17
Slika 7:	Sprememba vrednosti pH med zorenjem kajmaka (Radin in sod., 2005: 62).	21
Slika 8:	Shematski prikaz industrijske proizvodnje kajmaka (Puđa in sod., 2008: 169). ..	22
Slika 9:	Tehnološka shema izdelave kajmaka	24
Slika 10:	Mešanje in kuhanje mleka (foto: Š. Kotar).	25
Slika 11:	Ohlajanje mleka – kajmačenje (foto: Š. Kotar).....	25
Slika 12:	Plast kajmaka na mleku (foto: Š. Kotar).	26
Slika 13:	Posnet kajmak po prvi in drugi izdelavi (foto: Š. Kotar).	26
Slika 14:	Aseptično vzorčenje kajmaka (foto: Š. Kotar).....	29
Slika 15:	Razredčevanje vzorcev in razlita gojišča (foto: Š. Kotar).	32
Slika 16:	Spreminjanje SŠMO v kajmaku med zorenjem.	34
Slika 17:	Kolonije proteolitičnih bakterij na petrijevi plošči (foto: A. Čanžek Majhenič). ..	35
Slika 18:	Spreminjanje števila koliformnih mikroorganizmov v kajmaku med zorenjem. ..	36
Slika 19:	Petrijeva plošča z gojiščem VRB in tipičnimi kolonijami koliformnih bakterij (foto: A. Čanžek Majhenič).	36
Slika 20:	Spreminjanje števila lipolitičnih mikroorganizmov v kajmaku med zorenjem. ..	37
Slika 21:	Grafični prikaz senzoričnih lastnosti zrelega kajmaka.	38
Slika 22:	Dobro viden koagulum po posnemanju kajmaka (foto: Š. Kotar)	39

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

$^{\circ}\text{C}$	stopinj Celzija
E	ekstra razred
g	gram
g/cm^3	gram na kubični centimeter
g/g	gram na gram (utežni odstotki)
g/l	gramov na liter
g/ml	gramov na mililiter
h	ura
kg	kilogram
KE	kolonijske enote
KE/ml	kolonijske enote na mililiter
kJ	kilojouli
l	liter
<i>L.</i>	<i>Leuconostoc</i>
<i>Lb.</i>	<i>Lactobacillus</i>
<i>Lc.</i>	<i>Lactococcus</i>
min	minuta
MKB	mlečnokislinske bakterije
ml	mililiter
MO	mikroorganizem
nm	nanometer
%	odstotek
PCA	gojišče Plate Count Agar za določanje skupnega števila mikroorganizmov
pH	vrednost pH
SH	kislinska stopnja po Soxhlet – Henklu
spp.	species
SS	suha snov
SŠMO	skupno število mikroorganizmov
TBA	gojišče Tributyrin Agar za določanje lipolitičnih mikroorganizmov
VRB	gojišče Violet Red Bile Agar za določanje koliformnih mikroorganizmov
μm	mikrometer

1 UVOD

Kajmak je mlečni proizvod specifične sestave in senzoričnih lastnosti, z mehko in kremno teksturo. Pridobimo ga s posnemanjem maščobnega sloja kuhanega in ohlajenega mleka (Joković in sod., 2008).

Po kemijski sestavi in senzoričnih lastnostih je kajmak zagotovo posebej med mlečnimi izdelki, saj se pri njem prepletajo nekatere značilnosti tako masla kot sirov (Puđa in sod., 2004).

Edinstvena kemijska sestava in specifične senzorične lastnosti ga uvrščajo v skupino delikatesnih in ekskluzivnih mlečnih proizvodov (Škrinjar in sod., 2010).

Je tradicionalen proizvod balkanskih držav (Srbija, Črna Gora, Bosna in Hercegovina), Turčije, Afganistana in Irana. Predvsem življenje v odmaknjenih gorskih predelih in zato potreba po predelavi mleka v izdelek s podaljšano obstojnostjo, sta v preteklosti pripeljala do prve domače proizvodnje kajmaka, ki pa je še danes vezana pretežno na potrebe malih gospodinjev. Lahko je narejen iz nepasteriziranega kravjega ali ovčjega mleka, lahko pa tudi iz mešanice obeh (Joković in sod., 2008).

Čeprav je tehnološki postopek izdelave kajmaka precej preprost, pa specifičnost njegovih faz še vedno precej otežuje možnost industrijske proizvodnje. Zato poteka izdelava kajmaka še dandanes pretežno na tradicionalen način, predvsem v odmaknjenih gorskih vaseh ali v manjših kmečkih obratih. To pomeni, da je različic izdelave kajmaka verjetno prav toliko kot je tradicionalnih proizvajalcev, dobljeni končni proizvodi pa se med seboj razlikujejo, tako po sestavi kot kvaliteti (Puđa in sod., 2006).

Tradicionalna proizvodnja kajmaka je navadno preprosto organizirana in pogosto poteka v improviziranih razmerah, zaradi česar lahko vsaka faza tehnološkega postopka predstavlja potencialno tveganje za varnost in kakovost končnega izdelka in preostalega mleka. Prav nepredvidljivost kakovosti in senzoričnih lastnosti ter pomanjkljiva kontrola izdelka sta glavna razloga, da kajmaka še dandanes ne najdemo na policah svetovnih trgov, ampak ostaja zanimiv zgolj na lokalni ravni (Puđa in sod., 2008).

Za prenos v industrijske pogoje pa je potrebno standardizirati tehnološki postopek proizvodnje, s čimer dobimo proizvod visoke in standardne kvalitete, ki po lastnostih ustreza kajmaku, pridobljenem na tradicionalni način (Puđa in sod., 2006).

Industrijski način izdelave kajmaka vključuje vse postopke kot pri tradicionalnem načinu, le da je tehnologija prilagojena industrijskemu načinu dela. Tak način pomeni znatno izboljšanje proizvodnih pogojev in zmanjšanje tveganja za varnost. Uporaba starterskih kultur je strateško orodje za upravljanje procesa zorenja in doseganje senzoričnih lastnosti zrelega kajmaka. Tako zagotovimo pogoje za komercializacijo standardnega, visokokakovostnega izdelka (Puđa in sod., 2008).

Proces nastajanja kajmaka je kompleksen in do danes še ni čisto natančno razložen (Puđa in sod., 2006).

Mikrobiota kajmaka, ki večinoma izvira iz surovega mleka, igra glavno vlogo pri zorenju ter oblikovanju teksture in specifičnih senzoričnih lastnostih. Takoj po izdelavi dobimo svež ali mlad kajmak, po zorenju pa zrel ali star kajmak (Puđa in sod., 2008).

V odvisnosti od etnografskih in geografskih faktorjev, se kajmak lahko uživa kot mlad in tako služi kot osnovni izvor maščobe, ali pa kot zrel kajmak. Osnovni princip proizvodnje je povsod enak, obstajajo pa razlike v tehnologiji v odvisnosti od lokacije proizvodnje (Bijeljac in Sarić, 2005).

Predvsem v Srbiji ima izdelovanje in uživanje kajmaka dolgo tradicijo, zato kajmak spada med domače avtohtone proizvode (Škrinjar in sod., 2010).

Beseda kajmak je turškega porekla. Poznan je tudi izraz *skorup*, ki je slovanskega porekla, prihaja pa iz besede *kora* (skorja). Beseda *skorup* se je uporabljala predvsem v goratih predelih. Izraz kajmak se največ uporablja v Srbiji ter Bosni in Hercegovini, skorup pa v Črni Gori in na Hrvaškem. Prvi zapiski o izdelavi kajmaka s konca 19. in začetka 20. stoletja opisujejo proizvodnjo skorupa v Srbiji. Zaradi enostavnega načina pridobivanja in shranjevanja so ga poznali že v času nomadske govedoreje, kjer je bil, zaradi dolge obstojnosti, eno glavnih živil. Glede na skromne razpoložljive pisne vire, iz 20-tih in 30-tih let 20. stoletja, se je kajmak proizvajal na planinah Bosne in Hercegovine ter bil eden od glavnih mlečnih proizvodov (Bijeljac in Sarić, 2005).

1.1 NAMEN DIPLOMSKE NALOGE

Zaradi vedno večje priljubljenosti in zanimanja za kajmak tudi pri nas, je bil cilj diplomske naloge postaviti tehnološki postopek izdelave kajmaka. Ker nas je zanimalo, kakšen kajmak lahko proizvedemo, smo spremljali njegovo kemijsko sestavo, mikrobiološko kakovost in senzorične lastnosti.

1.2 DELOVNE HIPOTEZE

- Po postavljenem tehnološkem postopku lahko naredimo kakovosten kajmak
- Pričakujemo, da bo proizveden kajmak mikrobiološko ustrezen
- Kajmak bo imel ustrezno kemijsko sestavo in senzorične lastnosti

2 PREGLED OBJAV

2.1 TRADICIONALEN NAČIN PROIZVODNJE KAJMAKA

V preteklosti je bila proizvodnja kajmaka manjša in prilagojena potrebam posameznega gospodinjstva, vezana predvsem na odmaknjene predele. Tako so mleko predelali v obstojnejši izdelek, ki so ga primerno shranili in uživali preko daljših obdobj, na primer preko zime (Bijeljac in Sarić, 2005).

Današnja proizvodnja kajmaka, ki še vedno temelji na tradicionalnem načinu izdelave, pa se odvija v večjem številu gospodinjstev in celo manjših mlekarskih obratih (Puđa in sod., 2008).

Sama tehnologija pa je zelo raznolika in neorganizirana, proizvod pa neenake in nestandardne kakovosti (Puđa in sod., 2006).

Izdelava kajmaka na tradicionalen način temelji na posnemanju izločenega sloja maščobe s kuhanega in ohlajenega mleka. Sloj maščobe, imenovan kajmak, nastane na površini mleka zaradi agregiranja mlečne maščobe in določenega deleža beljakovin. Agregati mlečne maščobe ali maščobna faza kajmaka nedvomno prispevajo, da kajmak prevzame nekatere značilnosti masla, medtem ko vsebnost beljakovin in specifična oblika koagulacije približajo kajmak družini sirov (Puđa in sod., 2004).

2.2 KOLIBE

Kajmak so tradicionalno proizvajali v lesenih kolibah, kar je omogočalo zračnost in stalno izmenjavo zraka. Obstajajo različne izvedbe teh kolib. Prekrite so bile z lesom, zidovi so bili največkrat zgrajeni iz hlodov ali desk, po tleh pa je bila zemlja ali beton. V notranjosti kolibe so bile na stenah police, na katerih so se nahajale posode za razlivanje mleka. Zelo pogosto se je v kolibi nahajala tudi peč, s pomočjo katere so v hladnih dneh dosegli potrebno temperaturo. Kjer pa so kajmak dimili, se je sredi kolibe nahajalo ognjišče, na katerem so kurili običajna bukova drva ali smrečje, da so pridobili specifičen okus in vonj (Bijeljac in Sarić, 2005).

Sezona proizvodnje kajmaka je trajala od začetka maja pa do konca novembra, lahko pa tudi dlje, odvisno od vremenskih razmer (Bijeljac in Sarić, 2005).



Slika 1: Primer kolibe, v kakršni so včasih proizvajali kajmak (Milanović, 2006: 77).

2.3 SEGREVANJE MLEKA

Proces izdelave kajmaka temelji na površinski aktivnosti zgornjega sloja kuhanega mleka (Puđa in sod., 2008).

Prvi korak v proizvodnji je postopno segrevanje mleka do vrenja, z občasnim mešanjem, da se mleko ne prismodi (Joković in sod., 2008).

Med mešanjem hladnega mleka se začne ustvarjati pena, ki je posledica kopičenja površinsko aktivnih snovi na kontaktni površini zrak – tekočina. Nižja je vsebnost mlečne maščobe, več pene se ustvari, vendar pa je stabilnejša, če je več maščobe (Tratnik, 1998). Ko mleko zavre, ga ob stalnem mešanju kuhamo še 5 do 15 min in tako dosežemo primerno vsebnost suhe snovi in maščobe v mleku (Bijeljac in Sarić, 2005).

Včasih so pomolzeno mleko nalili v posodo in jo dali na peč, ki se je nahajala v kolibi. Mleko so mešali, da se ne bi prismodilo. Vkuhanje mleka je bilo pomembno še zlasti v času paše, ko je prihajalo do padanja vsebnosti suhe snovi v mleku (Bijeljac in Sarić, 2005).

2.3.1 Vpliv toplotne obdelave na beljakovine in maščobo mleka

Toplotna obdelava mleka je pomembna z dveh vidikov in sicer mikrobiološke kakovosti in denaturacije serumskih proteinov. Toplotna obdelava se izvaja zaradi uničenja morebiti prisotnih patogenih in ostalih neželenih mikroorganizmov ter encimov, prisotnih v mleku (Mavrin in Oštir, 2002).

Kazeinske micele so neobčutljive za toploto do 140 °C. S segrevanjem mleka nad 40 °C začne nastajati na površini tanka membrana, ki z nadaljnjim segrevanjem mleka postaja čvrstješa. Membrano sestavljajo proteini, koncentrirani na površini mleka (kazein in serumski proteini), nekaj maščobe ter laktoze. Denaturacija serumskih proteinov se začne že pri temperaturah nad 60 °C. Koagulacija optimalne količine serumskih proteinov pa se pričakuje pri temperaturi od 90-95 °C 10-20 minut. Ko mleko intenzivno mešamo med kuhanjem, pride do nastanka agregata serumskih proteinov s kazeinom. S segrevanjem mleka nad 70 °C, se povečuje aktivnost SH-skupin β -laktoglobulina, pri tem pa se ustvarjajo S-S disulfidni mostički, na podlagi katerih temelji agregacija in precipitacija globularnih proteinov. Pod vplivom toplote pride do denaturacije serumskih proteinov in interakcije s κ -kazeinom, kjer se β -laktoglobulin s prostimi SH-skupinami poveže v kompleks s κ -kazeinom, s katerim ustvari disulfidne vezi. Proste SH-skupine vplivajo na karakterističen okus proizvoda in antioksidativne lastnosti. Toplotno obdelavo navadno spremlja še mešanje in pretakanje, kar prispeva k združevanju maščobnih kroglic (Tratnik, 1998).

2.4 RAZLIVANJE MLEKA

Posodo s prekuhanim mlekom odstavimo z ognja in pustimo 2-3 min, da se malo ohladi, nato pa mleko razlijemo v pripravljene plitve in široke posode. Včasih so uporabljali izključno leseno posodo, danes pa so največ v uporabi emajlirane posode različnih oblik,

prostornine od 3-12 l. V nekaterih krajih pa za kuhanje mleka in ločitev kajmaka uporabljajo kar isto posodo, tako da izpustijo razlivanje mleka. Lesene posode so imele manjše dno in večjo zgornjo površino, kar je omogočalo boljše hlajenje površinskega sloja in hitrejšo ločitev kajmaka. Poleg tega lesene posode slabo prevajajo toploto, zato mleko dalj časa obdrži temperaturo. Posode za kajmačenje so pred razlivanjem mleka dobro segreli, da se je upočasnilo hlajenje mleka ali pa so jih pustili na peči do 12 ur, ter jih nato prestavili na police (Bijeljac in Sarić, 2005).

Ko mleko razlijemo, stik mleka z zrakom privede do koncentriranja površinsko aktivnih komponent v površinskem delu mleka, pri čemer se oblikuje začetni sloj na površini mleka (Puđa in sod., 2005a).

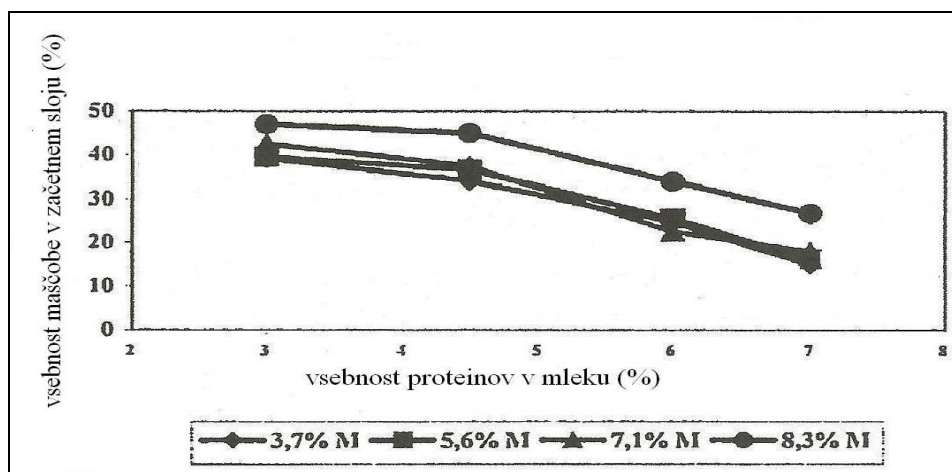
Na oblikovanje začetnega, koži podobnega sloja mleka, vplivajo sestava mleka, temperatura mleka, vlažnost in temperatura okoliškega zraka ter temperaturna razlika med mlekom in zrakom (Puđa in sod., 2008).

Nastali sloj, ki je rezultat površinske precipitacije in koagulacije, je sestavljen pretežno iz mlečne maščobe v globularni obliki (50-60 %) in beljakovin (okrog 10 %) ter skromnega deleža vode (okrog 30 %) (Puđa in sod., 2005a).

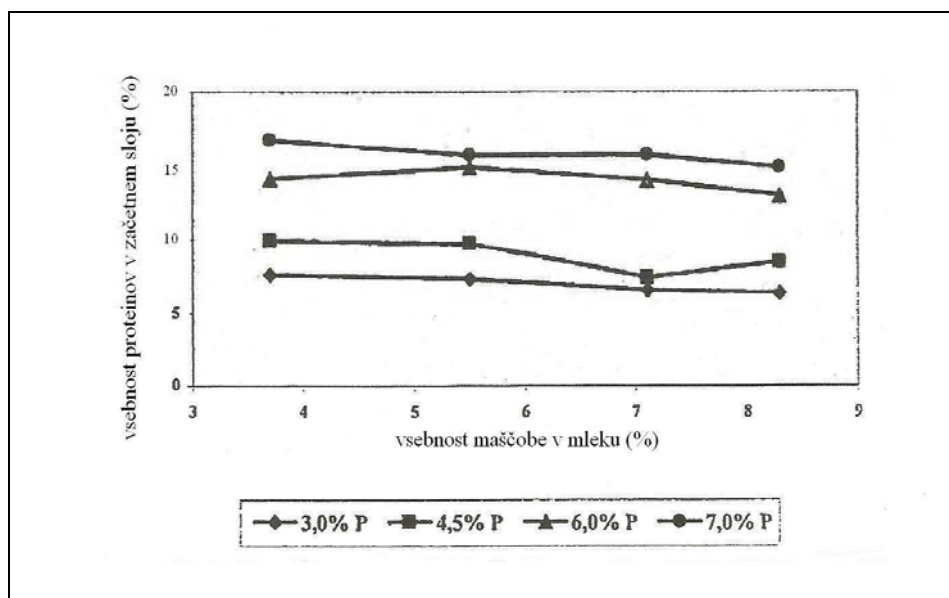
2.4.1 Vpliv sestave mleka na oblikovanje in sestavo začetnega sloja

Sestava mleka ima zelo velik vpliv na oblikovanje in sestavo začetnega sloja, ki predstavlja prvo fazo v proizvodnji kajmaka. Višja kot je vsebnost maščobe v mleku, višja je vsebnost maščobe v začetnem sloju. Prav tako višja vsebnost proteinov v mleku, vpliva na višjo vsebnost proteinov v začetnem sloju. Z vidika medsebojnega vpliva maščobe in proteinov pa je opaziti, da vsebnost proteinov v mleku znatno vpliva na vsebnost maščobe v začetnem sloju (slika 2), medtem ko ima vsebnost maščobe v mleku zanemarljiv vpliv na vsebnost proteinov v začetnem sloju (slika 3) (Puđa in sod., 2005b).

S porastom vsebnosti maščobe pride do porasta skupne suhe snovi začetnega sloja, nasproti temu pa porast vsebnosti proteinov mleka vodi do pada suhe snovi začetnega sloja, ne glede na to, kolikšna je vsebnost maščobe mleka. Maščoba je namreč nosilec hidrofobnih lastnosti, zato je razumljivo, da večja vsebnost maščobe vodi do zmanjšanja vsebnosti vode, se pravi porasta suhe snovi začetnega sloja. Porast vsebnosti proteinov povečuje elastičen karakter začetnega sloja, porast vsebnosti maščobe pa potencira viskozni karakter začetnega sloja (Puđa in sod., 2005b).



Slika 2: Vpliv vsebnosti proteinov v mleku na vsebnost maščobe v začetnem sloju (Puđa in sod., 2005b: 182)



Slika 3: Vpliv vsebnosti maščobe na vsebnost proteinov v začetnem sloju (Puđa in sod., 2005b: 180)

2.5 KAJMAČENJE

Kajmačenje imenujemo proces izločanja kajmaka na površini kuhanega mleka, ki se je postopno hladilo. Kajmačenje lahko poteka različno dolgo, od 24 ur pa celo do 7 ali 8 dni. Najobičajneje proces traja od 48 do 72 ali 96 ur, odvisno od vremenskih razmer in obdobja proizvodnje (Bijeljac in Sarić, 2005).

Kajmačenje poteka s počasnim hlajenjem mleka do temperature 10-15 °C v času 12-24 ur, včasih tudi več (Puđa in sod., 2006).

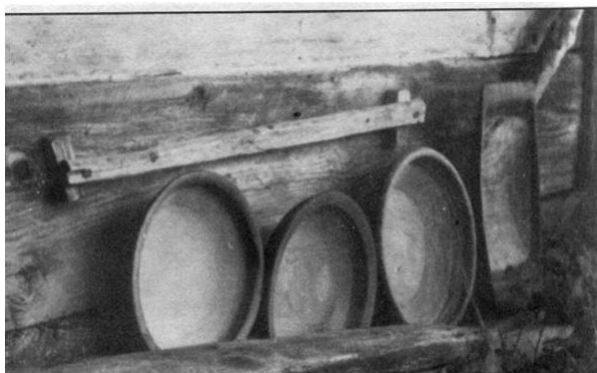
V tej fazi prevladuje agregiranje mlečne maščobe in v manjši meri proteinov, ki poteka na osnovi procesa hladne aglutinacije. Del agregiranja poteče na račun koagulacije, v glavnem

pa na račun koalescence (združevanje manjših molekul v večje). Med procesom aglutinacije pride do delne hidrofobizacije maščobe, tako da agregati maščobe ne predstavljajo več samo preproste vsote maščobnih kapljic (Puđa in sod., 2005a).

Med ohlajanjem mleka se maščobne kroglice dvignejo iz globljih plasti mleka in se vključijo v predhodno formiran začetni sloj. Tako se dokončno oblikuje sloj, ki ga imenujemo kajmak (Puđa in sod., 2008).

Količina kajmaka, ki se oblikuje v določenem časovnem intervalu, je sorazmerna količini maščobe v mleku in površini razlitega mleka, ter obratno sorazmerna z višino sloja mleka in hitrostjo padanja temperature (Puđa in sod., 2006).

V poletnem času kolibe niso bile ogrevane in so naravni pogoji prezračevanja olajšali izločitev kajmaka. Po drugi strani pa so visoke temperature v okolju povzročile koagulacijo mleka, še preden se je izločil kajmak. S tem se je proces kajmačenja skrajšal, količina izločenega kajmaka pa je bila manjša. V hladnih vremenskih pogojih pa je bil proces izločitve daljši, saj se je v kolibi le malo dogrevalo (Bijeljac in Sarić, 2005).



Slika 4: Lesene posode za kajmačenje (Milanović, 2006: 98)

2.6 POSNEMANJE KAJMAKA

Pri avtohtoni tradicionalni proizvodnji kajmaka se poslužujemo naravnega posnemanja, čeprav je delo dolgotrajno in daje nizek izplen (Mavrin in Oštir, 2002).

Po končanem kajmačenju z nožem prerežemo izločen sloj kajmaka na površini mleka na dva dela, ter nato še na obodu med slojem in posodo, da se skorja odlepi od stene posode. Z rokami zgrabimo zrezano »skorjo«, jo prepognemo in damo na cedilo, da se odcedi. Odcejeni kajmak ima nižjo vsebnost vode, zato je boljše kakovosti. Po takšnem postopku dobimo mlad kajmak, če pa želimo zrelega, ga je potrebno še zoriti (Puđa in sod., 2008).

Včasih so kajmak posneli zjutraj, ko so bile nižje temperature in mlečna maščoba v čvrstem stanju. Največ kajmaka se posname v jeseni, ko so dnevi topli in noči hladne (Bijeljac in Sarić, 2005).

2.6.1 Mlečna maščoba

Mlečna maščoba je pomembna tako z organoleptičnega kot tehnološkega stališča saj so od nje od nje odvisni vonj, okus in reološke lastnosti mleka in mlečnih izdelkov (Miletić, 1994).

Količina mlečne maščobe se giblje od 2,5 do 6,0 % in predstavlja najbolj spremenljivo sestavino mleka (Tratnik, 1998).

Mlečna maščoba je kompleks različnih lipidnih snovi, od katerih se nekatere nahajajo v sledovih celo v plazmi v prosti obliki. Mlečno maščobo sestavljajo v glavnem triacilgliceroli skupaj z majhno količino diacilglicerola in monoacilglicerola. V merljivi količini se nahajajo še fosfolipidi (lecitin, kefalin, sfingomielin), holesterol, estri holesterola in cerebrozida. Druge sestavine se nahajajo samo v majhni količini, vendar igrajo pomembno vlogo pri hranilni vrednosti in senzoričnih lastnosti. To se v glavnem v maščobi topni vitamini A, D in E, sledovi vitamina K, sestavine arome (aldehidi, ketoni, laktoni) ter karotenoidni pigmenti, ki prispevajo k barvi mleka (Tratnik., 1998).

Preglednica 1: Delež posameznih sestavin mlečne maščobe (Tratnik, 1998: 52)

lipidi	Delež v %
triacilgliceroli	97-98
diacilgliceroli	0,-0,6
monoacilgliceroli	0,02-0,04
proste maščobne kisline	0,1-0,4
prosti steroli	0,2-0,4
estri sterola	sledovi
fosfolipidi	0,2-1,0
ogljikovodiki	sledovi

V mleku se maščoba nahaja v obliki maščobnih kroglic obdanih z adsorpcijskim slojem ali membrano, ki stabilizira maščobo v plazmi. V maščobni kroglici je največ triacilglicerolov. V sredini kroglice se nahajajo gliceridi z nizko temperaturo tališča, bogati z oleinsko kislino in so pri sobni temperaturi v tekočem stanju. V zunanjem delu kroglice pa se nahajajo gliceridi z visoko temperaturo tališča in so pri sobni temperaturi v čvrstem stanju (pomembno pri proizvodnji kajmaka). V adsorpcijskem sloju maščobne kroglice pa je največ fosfolipidov (okrog 60 %). Hidrofobne skupine fosfolipidov so lipofilne in povezane s težko topljivimi triacilgliceroli v središču kroglice. Hidrofilne skupine fosfolipidov pa so obrnjene proti vodni fazi in povezane s proteini. To molekularno vez med fosfolipidi in proteini imenujemo lipoproteinski kompleks, ki je zelo čvrst, poškodujejo pa ga zamrzovanje, trenje in vpliv kemikalij. Fosfolipidi v notranjosti membrane maščobne kroglice vsebujejo v glavnem dolgoverižne nenasičene maščobne kisline. V fosfolipidnem sloju pa se nahajajo še ostale sestavine membrane kot so holesterol (okrog 85 % od skupne količine v mleku), nevtralni gliceridi, vitamin A in karotenoidi. V sloju membrane maščobne kroglice najdemo tudi nekaj vgrajenih mlečnih encimov (alkalna fosfataza in ksantin-oksidaza) ter zelo majhno količino mineralnih snovi (v glavnem Fe, Mo, Cu in zelo malo Zn, Ca, Mg, Na in K) (Tratnik, 1998).

Na zunanji strani membrane maščobne kroglice je mogoče najti tudi adsorbirane proteine iz plazme mleka (albumin, globulin in kazein). Zato lahko po posnemanju posneta

maščoba vsebuje več proteinov, kot pa jih najdemo v suhi snovi brez maščobe v preostalem mleku (Miletić, 1994).

V adsorpcijskem sloju se nahaja tudi nekaj vode vezane predvsem na fosfolipide in proteine. Debelina adsorpcijskega sloja membrane se giblje od 5-20 nm. Prav tako pa tudi premer maščobnih kroglic ni konstanten, pač pa je najpogostejše med 1-5 μm , lahko pa najdemo tudi veliko večje ali manjše kroglice. Povprečni premer znaša okrog 3 μm . V mleku z večjim odstotkom mlečne maščobe se nahajajo večje maščobne kroglice (Tratnik, 1998).

2.7 ZORENJE IN SOLJENJE KAJMAKA

Včasih so kajmak zorili v lesenih kadeh, danes pa se v večini uporabljajo emajlirane ali plastične posode (Bijeljic in Sarić, 2005).

Zorenje poteka pri 15-18 °C (Puđa in sod., 2008).

Zorenje poteka tako, da se v posode za zorenje dnevno zлага sloj po sloj posnetega kajmaka, če ne, pa ga zalijemo s svežo sirotko ali slanico, da se ustvarijo anaerobni pogoji zorenja. Preden želimo naložiti nov sloj posnete skorje, je potrebno oprati površino predhodno zloženega kajmaka, da preprečimo rast plesni. Ko pa posodo napolnimo do vrha, jo zalijemo s svežo sirotko ali slanico, ki jo menjamo vsakih 7, ali če je vreme toplo, vsakih 4-5 dni. Zorenje traja najmanj 7- 10 dni, po dveh mesecih doseže polno zrelost, pri nizkih temperaturah pa se lahko obdrži tudi do enega leta. Najpogostejše so kajmak proizvajali jeseni, uživali pa so ga pozimi (Bijeljic in Sarić, 2005).

Zorenje je kompleksen proces, med katerim pride do spremembe mlečne maščobe in beljakovin ter do oblikovanja intenzivnega, značilnega okusa in vonja zrelega kajmaka (Dozet in sod., 2004). Številne spremembe med zorenjem nastanejo kot rezultat rasti in aktivnosti značilne mikrobiote (Puđa in sod., 2006).

V zgodnji fazi zorenja pride do majhnega izločanja seruma, ki se loči od dna posode (Puđa in sod., 2008).

Zrel kajmak je uporaben 3-6 mesecev, hranimo pa ga pri temperaturi do 8 °C (Puđa in sod., 2008).

2.8 TEHNOLOŠKI POSTOPEK TRADICIONALNE IZDELAVE KAJMAKA

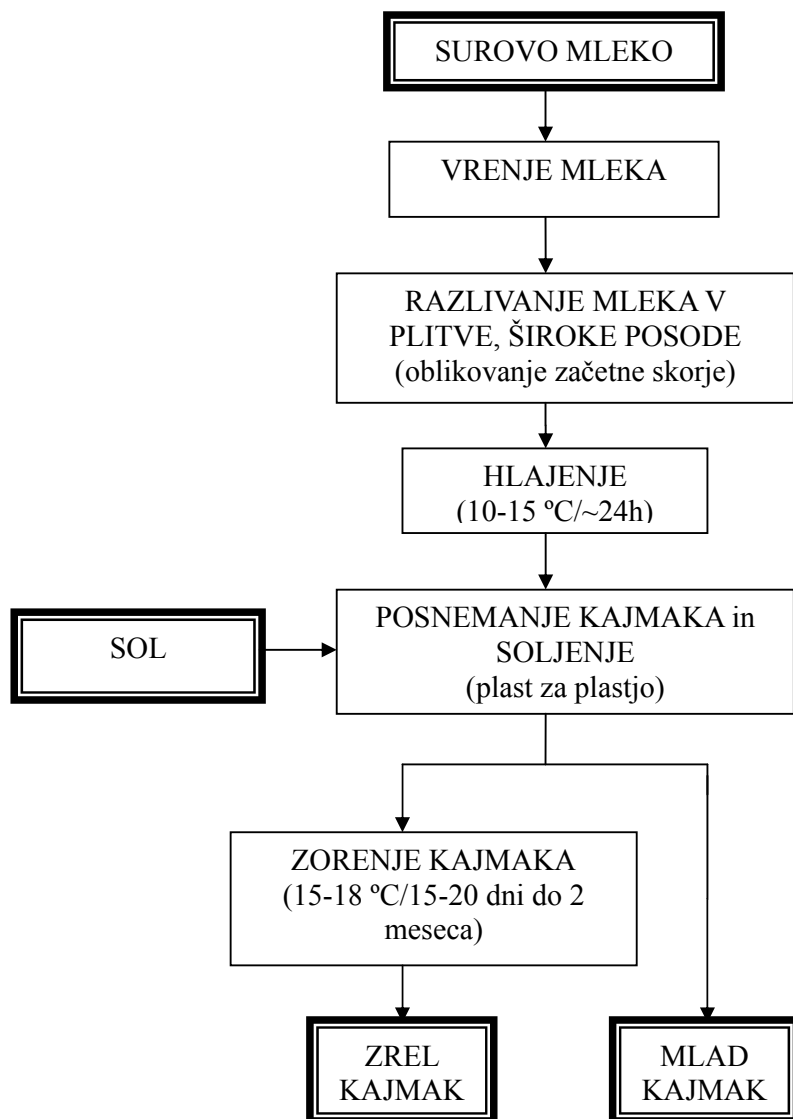
V preglednici 2 je predstavljen opis temperaturno časovnih režimov posamezne faze tehnološkega postopka tradicionalne izdelave kajmaka, značilnega za področje Bosne in Hercegovine.

Preglednica 2: Opis temperaturno časovnih režimov avtohtone tehnologije izdelave kajmaka (Bijeljic in Sarić, 2005: 150)

FAZA TEHNOLOŠKEGA POSTOPKA

surovina	sveže kravje, ovčje ali mešano mleko
temperature v tehnološkem procesu (°C)	
– temperatura kuhanja	97-100
– temperatura po razlivanju	70-80
trajanje tehnološkega procesa	
– vkuhanje (min)	5-10
– stanje na toplem (min)	30-180
– kajmačenje (ure)	24-96
– zorenje (dni)	Okrog 2 meseca
način cejenja	
– cejenje brez pritiska (ure)	24
soljenje	
– sloj po sloj med zlaganjem v posodo	okrog 2 %
zorenje	
– temperatura v prostoru (°C)	12-15
– relativna vlaga (%)	80-90
izkoristek	10-33 l
– količina mleka	3-10 kg kajmaka
– izkoristek	

Slika 5 prikazuje shemo tradicionalnega tehnološkega postopka izdelave kajmaka.



Slika 5: Tradicionalen način izdelave kajmaka (Puđa in sod., 2008: 165).

2.9 LASTNOSTI KAJMAKA

2.9.1 Delitev kajmaka glede na zrelost

Po zrelosti kajmak delimo na mlad in zrel kajmak. Mlad kajmak je proizvod, ki ga lahko uživamo takoj po izdelavi, njegov rok trajanja pa je okrog 1-2 tedna. Zrel kajmak pa nastane po določenem času zorenja, pri čemer polno zrelost doseže nekje po dveh mesecih zorenja (Puđa in sod., 2006).

2.9.2 Kemijska sestava kajmaka

Mlad kajmak mora vsebovati najmanj 65 % mlečne maščobe v suhi snovi, najmanj 60 % suhe snovi in največ 2 % kuhinjske soli, kislinska stopnja pa ne sme biti višja od 25 SH, medtem ko mora zrel kajmak vsebovati najmanj 75 % mlečne maščobe v suhi snovi, najmanj 65 % suhe snovi, največ 3,5 % kuhinjske soli, kislinska stopnja pa ne sme preseči 40 SH (preglednica 3). Kajmak, ki ga danes najdemo na lokalnem tržišču, zaradi neorganizirane proizvodnje kaže velika odstopanja v kemijski sestavi in lastnostih. Kar 16 % kajmaka ne odgovarja predpisom pravilnika (Pravilnik o kakovosti mleka, mlečnih izdelkov..., 1993) in se kot tak ne bi smel nahajati v prometu z živili. Največja odstopanja so posebno v vsebnosti maščobe oziroma vsebnosti maščobe v suhi snovi kajmaka. Ena od možnih rešitev je uvedba dodatnih kategorij npr. polnomastni zrel kajmak z vsebnostjo maščobe v suhi snovi v območju 75 - 85 %, ter kategorija ekstremno mastni zrel kajmak z vsebnostjo maščobe v suhi snovi več kot 85 %. Tudi tak način bi prispeval k standardizaciji ter razširitvi prodaje (Puđa in sod., 2006).

Vrednost pH je najvišja v mladem kajmaku in se nato z njegovo starostjo znižuje, medtem ko je prav nasprotno s kislinsko stopnjo, ki je najnižja pri mladih vzorcih in s starostjo narašča (Joković in sod., 2008).

Preglednica 3: Kemijska sestava kajmaka določena s pravilnikom (Pravilnik o kakovosti mleka, mlečnih izdelkov..., 1993; Puđa in sod., 2006: 224).

	maščoba v suhi snovi (%)	suha snov (%)	sol (%)	kislinska stopnja (SH)
mlad kajmak	vsaj 65	vsaj 60	največ 2%	največ 25
zrel kajmak	vsaj 75	vsaj 65	največ 3,5	največ 40

Preglednici 4 in 5 prikazujeta kemijsko sestavo vzorcev mladega in zrelega kajmaka, izdelanih po tradicionalnem postopku na območju Romanije v Bosni in Hercegovini.

Preglednica 4: Kemijska sestava mladega kajmaka (Bijeljac in Sarić, 2005: 151).

Vsebnost	povprečne vrednosti (%)
vode	33,96
maščobe	57,51
maščobe v suhi snovi	87,17
skupne beljakovine	6,680
mlečna kislina	0,141

Preglednica 5: Kemijska sestava zrelega kajmaka (Bijeljac in Sarić, 2005: 151).

vsebnost	povprečne vrednosti (%)
vode	32,27
maščobe	58,56
maščobe v suhi snovi	85,51
skupne beljakovine	7,362
mineralne snovi	2,174
sol	1,708
kalcij	0,158
fosfor	0,111
mlečna kislina	0,555

Nizka vsebnost vode je dokaz, da je bila skorja dobro odcejena, kar je pomembno za proizvodnjo kvalitetnega kajmaka. Kajmak vsebuje visok odstotek maščobe (preglednica 4 in 5) in vsebnost maščobe v suhi snovi, zato ga uvrščamo med mlečne proizvode z veliko energijsko vrednostjo, ki se giblje med 2.000 in 2.500 kJ (Bijeljac in Sarić, 2005).

2.9.3 Klasifikacija kajmaka

Dolgo časa ni bilo jasno, kam v klasifikaciji mlečnih proizvodov sodi kajmak. Nekateri so ga uvrščali med maslo, medtem ko so ga drugi uvrščali v skupino svežih polnomastnih sirov. Vendar je danes jasno, da kajmak, s svojimi specifičnimi senzoričnimi lastnostmi in kemijsko sestavo, predstavlja posebno skupino mlečnih proizvodov (Puđa in sod., 2008).

Preglednica 6: Primerjava kemijske sestave kajmaka s kemijsko sestavo masla in sira (Puđa in sod., 2008: 167).

Vsebnost (%)	maslo	kajmak		sveži sir
		mladi kajmak	zrel kajmak	
voda	16	30-40	15-35	53-60
maščoba	80	40-55	50-70	30-34
maščoba v SS	>98	65-80	75-90	70
beljakovine	0,50	5-10	2-7	7-10
sol	0-1	0,5-2	1-3,5	0,5-0,8

2.9.4 Senzorične lastnosti kajmaka

Kajmak je proizvod z edinstvenimi senzoričnimi lastnostmi, ki so rezultat mlečnokislinske fermentacije pod vplivom spontane mikrobiote. Velike razlike v senzoričnih lastnostih med vzorci kajmaka so rezultat nekontrolirane in nestandardizirane proizvodnje kajmaka. Barva mladega kajmaka je izrazito svetla, rumenkasta. Po zorenju pa postane temno rumena, oziroma svetlo rumena, če je kajmak narejen iz ovčjega mleka. Na barvo kajmaka vplivajo čas zorenja, sestava mlečne maščobe ter vrsta mleka (Puđa in sod., 2008).

Aroma, okus in vonj mladega kajmaka niso posebno izraženi. Okus svežega kajmaka je podoben okusu masla. Je blag, kremen, tipično mlečen ter spominja na kuhano mleko (Puđa in sod., 2005a).

Med zorenjem pa pridobiva značilen mlečno-kisel okus in vonj, ki je odvisen od vrste mleka, iz katerega proizvajamo kajmak (Bijeljac in Sarić, 2005). Zrel kajmak ima intenziven specifičen okus, nadgrajen s številnimi hlapnimi in aromatičnimi spojinami, ki so rezultat proteolitičnih in lipolitičnih sprememb med zorenjem (Puđa in sod., 2008). Če želimo, da ima specifičen okus in vonj po dimu, ga lahko med kajmačenjem tudi dimimo (Bijeljac in Sarić, 2005).

Kadar je narejen iz ovčjega mleka, je aroma, predvsem zrelega kajmaka, močnejša zaradi visoke vsebnosti kratko- in srednje-verižnih maščobnih kislin. Zelo zrel kajmak pa ima oster okus in razločno noto po žarkosti (Puđa in sod., 2008).

2.10 POMANJKLJIVOSTI TRADICIONALNEGA NAČINA PROIZVODNJE

Avtohtona proizvodnja ima številne kritične točke, ki predstavljajo tveganje in vodijo do kontaminacije in mikrobiološke neustreznosti. Predvsem zrak, ki pride v stik z razlitim mlekom, ni prečiščen in kot tak predstavlja veliko nevarnost tveganja. Dolgo časovno obdobje hlajenja in zadrževanja na zmernih temperaturah vodi do razvoja spontane mikrobiote. Pri zorenju tradicionalno proizvedenega kajmaka sodeluje mikrobiota, katere poreklo ni kontrolirano, vendar značilno vpliva na oblikovanje senzoričnih lastnosti in kakovost izdelka. Osamitev in primeren izbor avtohtone mikrobiote bi prispevalo k natančnejšemu poznavanju procesa in udeležbe posameznih mikroorganizmov pri zorenju kajmaka. Vse faze domače izdelave kajmaka predstavljajo potencialni izvor kontaminacije (Puđa in sod., 2006).

2.10.1 Mikrobiološki status zraka in delovnih površin pri tradicionalni proizvodnji kajmaka

Zaradi intenzivnega kontakta kajmaka z zrakom pri tradicionalnem načinu proizvodnje, se povečuje tveganje mikrobiološke kontaminacije. Tveganje negativnega vpliva okoliškega zraka se povečuje s povečanjem površine in časa kontakta kajmaka z zrakom. Trajnost proizvoda je v veliki meri odvisna od mikrobiološkega statusa zraka, ki obkroža proizvod, zato je pravilna obdelava zraka predpogoj za varno proizvodnjo. Zrak je v procesu kajmačenja nezamenljiva komponenta. Dejstva, da proces kajmačenja traja dolgo in da sta površina mleka in kasneje kajmaka ves čas v kontaktu z zrakom kažejo na to, da je potrebno posebno pozornost nameniti okoliškemu zraku. Pešić Mikulec in sod. (2010) so v svoji raziskavi analizirali delovni prostor in zrak v eni od obrtnih delavnic v Srbiji. Površine so vzorčili z brisi, zrak pa z izpostavitvijo odprtih plošč z izbranim mikrobiološkim gojiščem, za 10 min. Ugotovili so, da je v zraku nekaterih prostorov najdeno večje število nezaželenih koliformnih mikroorganizmov. Na površinah kot je miza iz nerjavečega jekla, polica za kajmačenje in nož je bilo najdenih več mikroorganizmov pretežno iz rodov *Micrococcus* in *Bacillus* ter kvasovke. Ena od možnih rešitev za dezinfekcijo okoliškega zraka je bipolarna ionizacija. Zato so iste površine in zrak analizirali še po petnajstih dneh, po tem ko so namestili napravo za bipolarno ionizacijo. Ugotovili so znatno zmanjšanje števila mikroorganizmov ali pa celo njihovo popolno odsotnost (Pešić Mikulec in sod., 2010).

Preglednica 7: Mikrobiološka analiza zraka v prostorih za proizvodnjo in skladiščenje kajmaka (Pešić Mikulec in sod., 2010: 54).

mesto analize zraka	število in vrsta mikroorganizmov
prostor za termično obdelavo mleka	45 kolonij <i>Micrococcus</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., kvasovke, plesni
predkomora	34 kolonij <i>Micrococcus</i> spp., <i>Bacillus</i> spp., kvasovke, plesni
komora za skladiščenje	odsotnost mikroorganizmov
prostor za proizvodnjo	300 koliformnih mikroorganizmov

Preglednica 8: Mikrobiološka analiza površin, ki pridejo v stik s kajmakom (Pešič Mikulec in sod., 2010: 54).

mesto odvzema brisa	skupno število in vrsta mikroorganizmov
posoda za kuhanje	odsotnost mikroorganizmov
polica za kajmačenje	4.500.000
	<i>Bacillus</i> spp., <i>Micrococcus</i> spp., kvasovke
nož	30
	<i>Bacillus</i> spp., kvasovke
delavec	odsotnost mikroorganizmov

2.11 NAPAKE KAJMAKA

Če je zorenje potekalo pravilno, je kajmak uporaben vsaj šest mesecev, lahko pa tudi več (Radin in sod., 2005).

Slabše higienske razmere med proizvodnjo, zorenjem in shranjevanjem ter neupoštevanje pravil osnovnih tehnoloških faz lahko privedejo do slabše kvalitete kajmaka. Zelo pogoste so napake v strukturi in konsistenci. Zrnata in peščena struktura, premehak ali pretrd kajmak so rezultat nepravilnega tehnološkega procesa, še zlasti kajmačenja, posnemanja, cejenja in zlaganja plasti. Barva je netipična, preveč rumena ali bleda ter neenakomerna. Spremembe v barvi so pogosto rezultat razgradnje mlečne maščobe. Na spremembo okusa in vonja vpliva tudi krma, s katero se hranijo živali ali pa slabši pogoji zorenja in hranjenja kajmaka. Zaradi neustreznega zorenja se lahko pojavi preveč kisel, oster, grenak in žarek okus. Zaradi neprimerne soljenja pa lahko kajmak postane premalo ali preveč slan. Spremembe v vonju so pogosto vezane s spremembami v okusu (Bijeljac in Sarić, 2005).

2.12 SEKUNDARNI PROIZVODI

Izkoristek kajmaka pri tradicionalni proizvodnji se giblje med 4-5 %, odvisno od sestave mleka med laktacijo (Puđa in sod., 2004).

Povprečna vsebnost maščobe mleka, ki ostane v mleku po posnemanju kajmaka, je okrog 1,4-1,7 %. Mleko, ki ostane, po tradiciji uporabijo za izdelavo sirov, posebno sirov v slanici za prodajo v lokalnih marketih (Puđa in sod., 2008).

Po posnemanju kajmaka ostane posneto mleko, ki je pogosto že koagulirano. Iz takšnega mleka se lahko naredi nemastni sir, ki se imenuje Sitni sir, Vareni Sir ali Torotan (Bijeljac in Sarić, 2005).

Ker je bilo mleko že toplotno obdelano, proces izdelave sira zahteva višje temperature in daljši čas koagulacije, kateri sledi blago sladko sirjenje in posledično acidifikacija (Puđa in sod., 2008).

2.13 MIKROBIOLOŠKI STATUS KAJMAKA

Mikrobiota prisotna v kajmaku izvira predvsem iz surovega mleka in je značilna za področje na katerem poteka proizvodnja. Mikrobiota igra glavno vlogo v času zorenja, še posebno glede sprememb v strukturi in senzoričnih lastnostih. Število in sestava avtohtone

mikrobiote kajmaka so verjetno pomembni dejavniki, ki določajo kakovost in senzorične lastnosti izdelka. Zaradi pomanjkljivih higienskih razmer med proizvodnjo, sta omogočeni nekontrolirana rast in aktivnost mikroorganizmov, ki lahko predstavljajo potencialno nevarnost. Rast nezaželene mikrobiote lahko deloma inhibira rast zaželenih mlečnokislinskih bakterij in posledično pripelje do napak kajmaka (Puđa in sod., 2008).

2.13.1 Mikrobiološke analize kajmaka

V do sedaj edini znani mikrobiološki raziskavi so analizirali 374 bakterijskih izolatov, osamljenih iz šestih vzorcev tradicionalno proizvedenega kajmaka, različnih starosti in pridobljenih z različnih področij Srbije. Ker so želeli ugotoviti sestavo populacije mlečnokislinskih bakterij, so 349 po Gramu-pozitivnih in katalaza-negativnih bakterijskih izolatov opisali s pomočjo fenotipskih in genotipskih metod. Ugotovili so, da v kajmaku prevladujejo predstavniki rodov *Lactococcus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc* in *Enterococcus*, zastopanost posameznega rodu pa je odvisna od starosti kajmaka in področja, kjer ga proizvajajo. Najpogostejše osamljene vrste iz kajmaka sta *Leuconostoc mesenteroides* in *Enterococcus faecium* (Joković in sod., 2008).

Čeprav je kajmak narejen iz termično obdelanega mleka, pa visoko število bakterij na začetku in med zorenjem kaže na to, da večina od njih preživi visoke temperature. Vendar je število termofilnih bakterij bistveno nižje od števila mezofilnih mlečnokislinskih bakterij, ki so dominantna bakterijska populacija v kajmaku. Med proizvodnjo in zorenjem kajmaka se namreč odvijajo dinamične spremembe mikrobiote, sestavljene pretežno iz mlečnokislinskih bakterij (MKB), ki prispevajo k oblikovanju organoleptičnih lastnosti končnega produkta (Joković in sod., 2008).

2.13.2 Prevladujoča mlečnokislinska populacija v vzorcih kajmaka

Vsak vzorec kajmaka ima edinstveno in različno mikrobioto, ki je odvisna od načina in področja proizvodnje (Joković in sod., 2008).

Leuconostoc mesenteroides je bila najpogostejše izolirana vrsta iz kajmaka. Sevi rodu *Leuconostoc*, kljub manjši proteolitični aktivnosti, prispevajo k oblikovanju arome, saj proizvajajo diacetil, acetat in etanol. Nekateri sevi vrste *L. mesenteroides* pa imajo sposobnost hidrolize tributirina, kar je lahko velika prednost za rast v medijih z visoko vsebnostjo maščobe, kar kajmak prav zagotovo je.

Velikost populacije laktokokov se je gibala med 10^6 in 10^8 KE/g. V mladem kajmaku najpogostejše najdemo vrsto *Lactococcus lactis*, ki ima glavno vlogo pri oblikovanju kislosti. Iz rodu *Lactococcus* so izolirali še *Lc. raffinolactis*, ki jih najdemo v vzorcih kajmaka z manjšim odstotkom soli, ter *Lc. garvieae* v vzorcih mladega kajmaka.

Streptococcus thermophilus so osamili samo iz vzorca mladega kajmaka in samo z obogatitveno tehniko (Joković in sod., 2008).

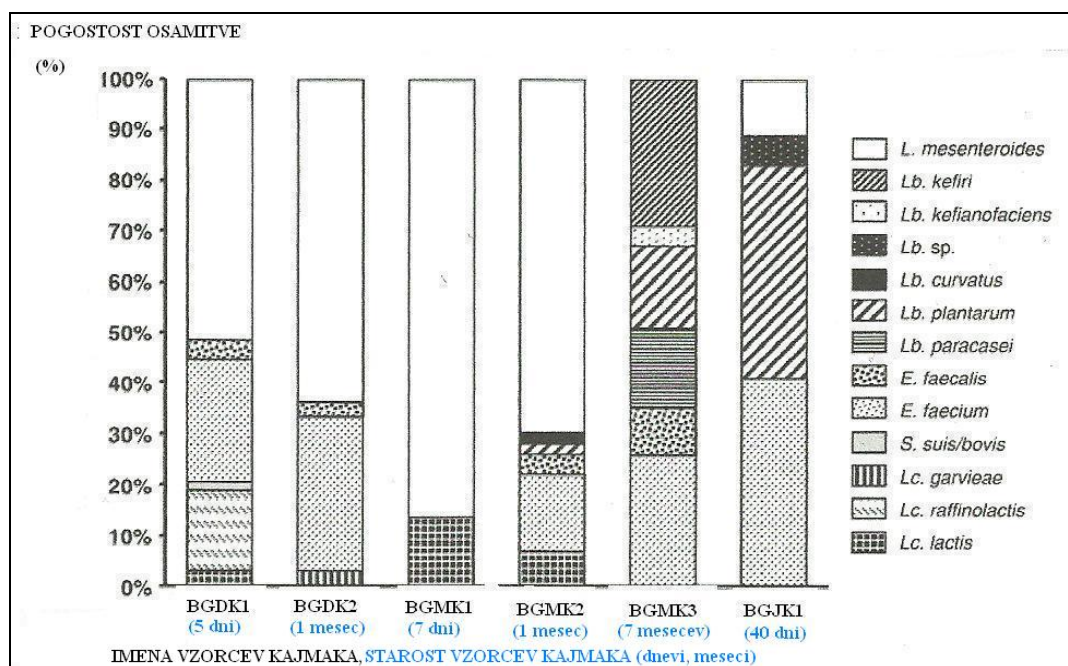
Vsebnost laktobacilov v vzorcih je bila ocenjena na 10^6 KE/g. *Lactobacillus plantarum*, *Lb. paracasei* in *Lb. kefir* pa so najbolj pogosto osamljene vrste rodu *Lactobacillus*.

Rezultati so pokazali, da so laktobacili najbolj reprezentativna populacija zrelega kajmaka. So glavni predstavniki sekundarne mikrobiote in prispevajo k zorenju in oblikovanju arome. Iz kajmaka so osamili tudi *Lb. kefiranofaciens*.

Pri večini vzorcev kajmaka je bilo osamljeno veliko število enterokokov. Enterokoki igrajo pomembno vlogo pri zorenju zaradi njihove proteolitične in lipolitične aktivnosti in s proizvodnjem aromatičnih komponent iz citrata.

Iz enega vzorca so s pomočjo obogatitvene tehnike osamili tudi vrsti *Weissella minor/viridescens* in *Streptococcus suis/bovis*, vendar je njihova prisotnost dokaz slabih higienskih razmer med proizvodnjo (Joković in sod., 2008).

Osamitev in opis nestarterskih mlečnokislinskih bakterij sta zelo pomembna za razumevanje biokemičnih in mikrobioloških lastnosti, ki vodijo do razvoja tipične teksture in okusa avtohtonih mlečnih izdelkov. Specifične karakteristike izdelka so odvisne od prisotne mikrobiote, njeno poznavanje pa pripomore k izboljšanju načina proizvodnje in pogojev zorenja, da dobimo produkt boljše kvalitete. Hkrati pa osamitev mlečnokislinskih bakterij iz tradicionalno fermentiranega kajmaka omogoča pridobitev sevov za industrijske starterske kulture, ki ohranijo tipično naravo izdelka (Joković in sod., 2008).



Slika 6: Pogostost posameznih vrst mlečnokislinskih bakterij v vzorcih kajmaka (Joković in sod., 2008: 310).

2.14 POTENCIALNI POSTOPEK ZA INDUSTRIJSKO PROIZVODNJO KAJMAKA

Ustrezen industrijski tehnološki postopek predstavlja rešitev za postavitev moderne proizvodnje kajmaka, kar bi precej pripomoglo k boljši umestitvi in distribuciji kajmaka na trgu (Puđa in sod., 2008).

S tehnološkega stališča je neposreden prenos tradicionalnega načina proizvodnje kajmaka v industrijsko merilo nemogoč. Poleg tega se kajmak, pridobljen na tradicionalen način, razlikuje od proizvoda do proizvoda in je neenakomerne kakovosti, kar dodatno otežuje izbiro reprezentativnega tradicionalnega kajmaka. To sta tudi glavna razloga, da še ni prišlo do večje industrijske proizvodnje. Zato je za prenos v industrijsko merilo potrebno proizvodnjo prilagoditi (Puđa in sod., 2008).

Industrijski tehnološki postopek mora omogočati, da dobimo proizvod visoke in standardne kakovosti, ki je po vseh značilnostih enak kajmaku, pridobljenem na tradicionalen način. Pri tem so vključene vse faze kot pri tradicionalnem načinu, le da pri tem upoštevamo sodoben način dela v industriji. Tako je skrajšan čas proizvodnje, sam postopek in proizvod sta standardizirana, izdelek pa je mikrobiološko ustrezen. Industrija hkrati omogoča tudi širok spekter možnosti izrabe preostalega mleka pri proizvodnji sekundarnih produktov. Tehnološki postopek industrijske proizvodnje kajmaka je razviden s slike 8 (Puđa in sod., 2006).

Industrijski način vključuje dve pomembni stopnji, vročo inkubacijo in hladno aglutinacijo, s pomočjo katerih se oblikuje spodnja in zgornja plast kajmaka (Puđa in sod., 2008).

2.14.1 Vroča inkubacija

Po standardizaciji mleka sledi topla inkubacija, pri kateri pride do oblikovanja začetnega oziroma zgornjega sloja kajmaka. Zgornji sloj je čvrst, kompakten, rahlo zasušen z visoko vsebnostjo suhe snovi (Puđa in sod., 2006). V večji meri je sestavljen iz maščobe, z določeno vsebnostjo beljakovin, sama sestava pa je močno odvisna od sestave mleka. Za oblikovanje zgornjega sloja kajmaka je dovolj že relativno tanek sloj mleka, ker je zgornji sloj relativno tanek in zajema manj kot tretjino skupne vsebnosti maščobe v mleku (Puđa in sod., 2008).

Mehanizem nastajanja kajmaka je odvisen od aktivnosti, ki se dogajajo v površinski coni mleka. Zgornji sloj kajmaka nastane kot posledica koncentriranja površinsko aktivnih komponent in izhlapevanja vode v mejnem sloju mleko-zrak. Z drugimi besedami, v času mirovanja pride zaradi razlike v temperaturi mleka in zraka v okolici do kopičenja površinsko aktivnih komponent v površinski coni mleka in njihovega združevanja, pri čemer pride do oblikovanja sloja (Puđa in sod., 2006).

Tok ohlajenega zraka, usmerjen tik nad površino mleka, odstranjuje vlago, ki med vročo inkubacijo izhlapeva iz mleka. Izhlapevanje vlage je intenzivno na začetku vroče inkubacije, vendar pa oblikovanje sloja na površini mleka bistveno zmanjša nadaljnje izhlapevanje vlage (Puđa in sod., 2008).

Bistveni elementi pri oblikovanju zgornjega sloja so:

- stacionarno stanje mleka; če se mleko konstantno meša, ne pride do oblikovanja sloja, zato vroče mleko pustimo mirovati, da se lahko formira zgornja plast;
- razlika v temperaturi mleka in okoliškega zraka;
- relativna vlažnost zraka.

Za optimalno oblikovanje zgornje plasti pa so bistvenega pomena parametri stanja zraka, temperatura in sestava mleka (Puđa in sod., 2004).

2.14.2 Zamenjava substrata pod oblikovanim začetnim slojem

Po oblikovanju zgornjega sloja kajmaka se zamenja substrat in sicer se vroče mleko, ki ostane pod oblikovanim slojem, deloma izčrpa in nadomesti z vročo smetano. Takšna zamenjava mora biti opravljena hitro in previdno, da ne poškodujemo predhodno oblikovanega sloja na površini mleka (Puđa in sod., 2008).

2.14.3 Hlajenje smetane

Dolita smetano se nato hladi. Ohlajanje poteka hitro, dokler ni smetana ohlajena na 20 °C. Nadaljnje ohlajanje pa poteka počasneje in se imenuje faza hladne aglutinacije (Puđa in sod., 2008).

2.14.4 Hladna aglutinacija

V tej fazi, ki traja okrog 2 uri, pride do oblikovanja spodnjega sloja kajmaka. Spodnji sloj kajmaka ima mehko, poltrdo konsistenco in je prekomerno mazav, saj je sestavljen v glavnem iz maščobe (Puđa in sod., 2006).

Mehanizem nastanka spodnjega sloja kajmaka se razlikuje od mehanizma nastanka zgornje plasti in je še neraziskan. Predpostavlja se, da je nastajanje spodnjega sloja rezultat fenomena hladne aglutinacije, ki predstavlja specifično združevanje maščobe in v manjši meri beljakovin. Verjetno nastaja zaradi imunokemijskih reakcij med komponentami adsorpcijskega sloja maščobnih kapljic in imunoglobulini mleka. To agregiranje ima v manjši meri obliko koagulacije, a v večji meri koalescence in je po značilnostih podobno hitremu združevanju mlečne maščobe v prvi fazi penjenja pri proizvodnji masla. Pomembni dejavniki, ki vplivajo na oblikovanje spodnjega sloja, so vsebnost in lastnosti maščobe v sloju mleka, ki je v neposrednem kontaktu z nastajajočim kajmakom, temperatura mleka pod kajmakom in sestava predhodno oblikovanega zgornjega sloja kajmaka. Med hlajenjem kajmaka, mlečna maščoba priplava proti površini in se vključi v zgornji sloj (Puđa in sod., 2004).

Zamenjava substrata oziroma dolivanja smetane pred hladno fazo ima za rezultat manjše potrebne količine mleka in posledično smetane ter skrajšanje časa, potrebnega za oblikovanje spodnjega sloja kajmaka. Pri tradicionalnem načinu je potrebno veliko časa, da se maščobne kroglice koncentrirajo na površini mleka in oblikujejo sloj. Pri industrijskem načinu pa po oblikovanju začetnega spodnjega sloja kajmaka koncentracija maščobnih kroglic naraste takoj z zamenjavo substrata, se pravi z odstranitvijo preostalega mleka z nizko vsebnostjo maščobe in nadomestitvijo le tega z vročo smetano. To omogoči hitrejšo vključevanje maščobnih kroglic v predhodno oblikovan začetni sloj (Puđa in sod., 2008).

2.14.5 Odlivanje preostale smetane

Po zaključenem oblikovanju spodnjega sloja kajmaka, se preostala smetana odlije ter previdno posname kajmak, ki je sestavljen iz zgornjega in spodnjega sloja. Posnet kajmak nato cepimo, solimo in shranimo v primerne posode, kjer poteka zorenje. Če pa želimo mlad kajmak, potem cepitev preskočimo, proizvod zapakiramo in hranimo v hladnih razmerah (Puđa in sod., 2008).

2.14.6 Cepitev kajmaka

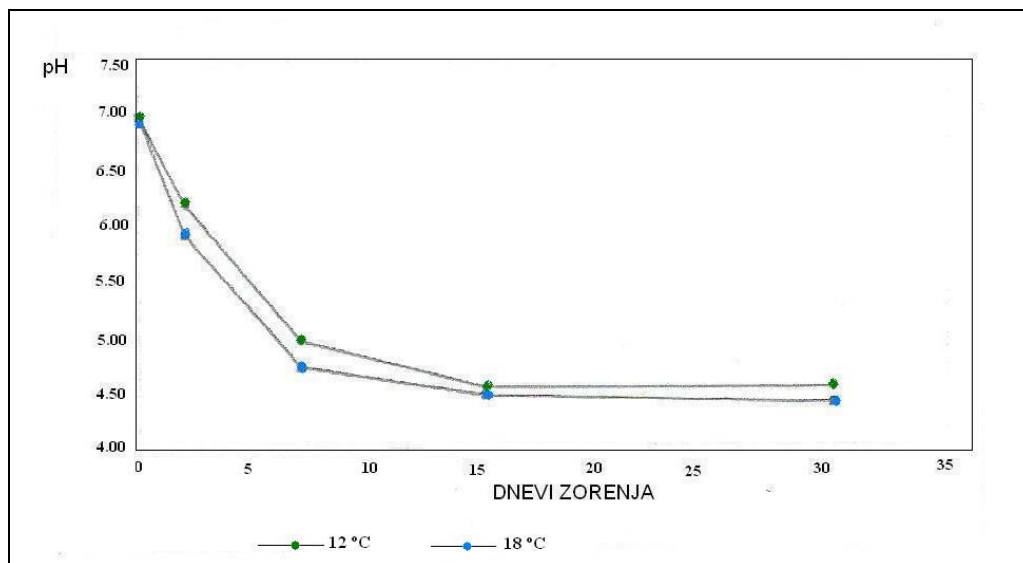
Kajmak cepimo s točno določenimi starterskimi kulturami in zorimo, nato pa sledi soljenje in pakiranje. Uporaba starterskih kultur odpira številne možnosti v izboljšanju senzoričnih lastnosti kajmaka. Tako osnovan tehnološki postopek proizvodnje kajmaka vsebuje vse predpogoje za njegovo industrializacijo (Puđa in sod., 2006).

Zaenkrat je bila kot starterska kultura za kajmak uporabljena mešanica *Lactococcus lactis* ssp. *lactis*, *Lc. Lactis* ssp. *cremoris*, *Lc. lactis* ssp. *lactis* biovar *diacetylactis* in *Leuconostoc mesenteroides* ssp. *cremoris*. Kot zaščitni kulturi pa sta bili dodani vrsti *Lactobacillus rhamnosus* in *Propionbacterium freudenreichii* ssp. *shermanii*. Kajmak cepimo z 0,02 % starterske kulture, vcepek pa pripravimo v sterilnem rekonstituiranem mleku (Puđa in sod., 2005a). Nadaljnje raziskave o uporabi starterskih kultur pa bo potrebno osredotočiti v iskanje tistih sevov, ki so ključni za oblikovanje karakterističnih senzoričnih lastnosti, kakršne odlikujejo tradicionalno narejen kajmak (Puđa in sod., 2008).

2.14.7 Zorenje

Spremembe med zorenjem so posledica mnogih dejavnikov, med katerimi so najpomembnejši encimi mikroorganizmov, ki izvirajo iz mleka in dodanih starterskih kultur. Pri postavitvi industrijskega tehnološkega postopka so spremljali zorenje kajmaka z vzorčenjem takoj po koncu proizvodnje, ter po 2, 7, 15 in 30 dneh zorenja. Zorenje je potekalo pri 12 °C in 18 °C v embalaži, pred zunanjimi vplivi pa je bil kajmak zaščiten s parafinskim premazom (Radin in sod., 2005).

Kot je razvidno s slike 7, je vrednost pH v začetku zorenja pri obeh temperaturah intenzivno padala. Končna vrednost pH okoli 4,7 pa je bila dosežena po 7-ih oziroma 15-ih dneh zorenja pri 18 °C oziroma 12 °C (slika 7). Vrednost pH je med zorenjem hitreje padala pri višji temperaturi, kar je neposredno povezano z intenzivnejšo rastjo in aktivnostjo dodanih starterskih kultur in njihovih encimov. V kajmaku zorenem pri 18 °C je velikost mikrobne populacije narasla na okoli 10^8 KE/g že po dveh dneh, medtem ko je bila ta vrednost pri kajmaku, zorenem pri 12 °C, dosežena po 15-ih dneh. Dosežena velikost mikrobne populacije se do konca zorenja ni bistveno spremenila (Radin in sod., 2005).

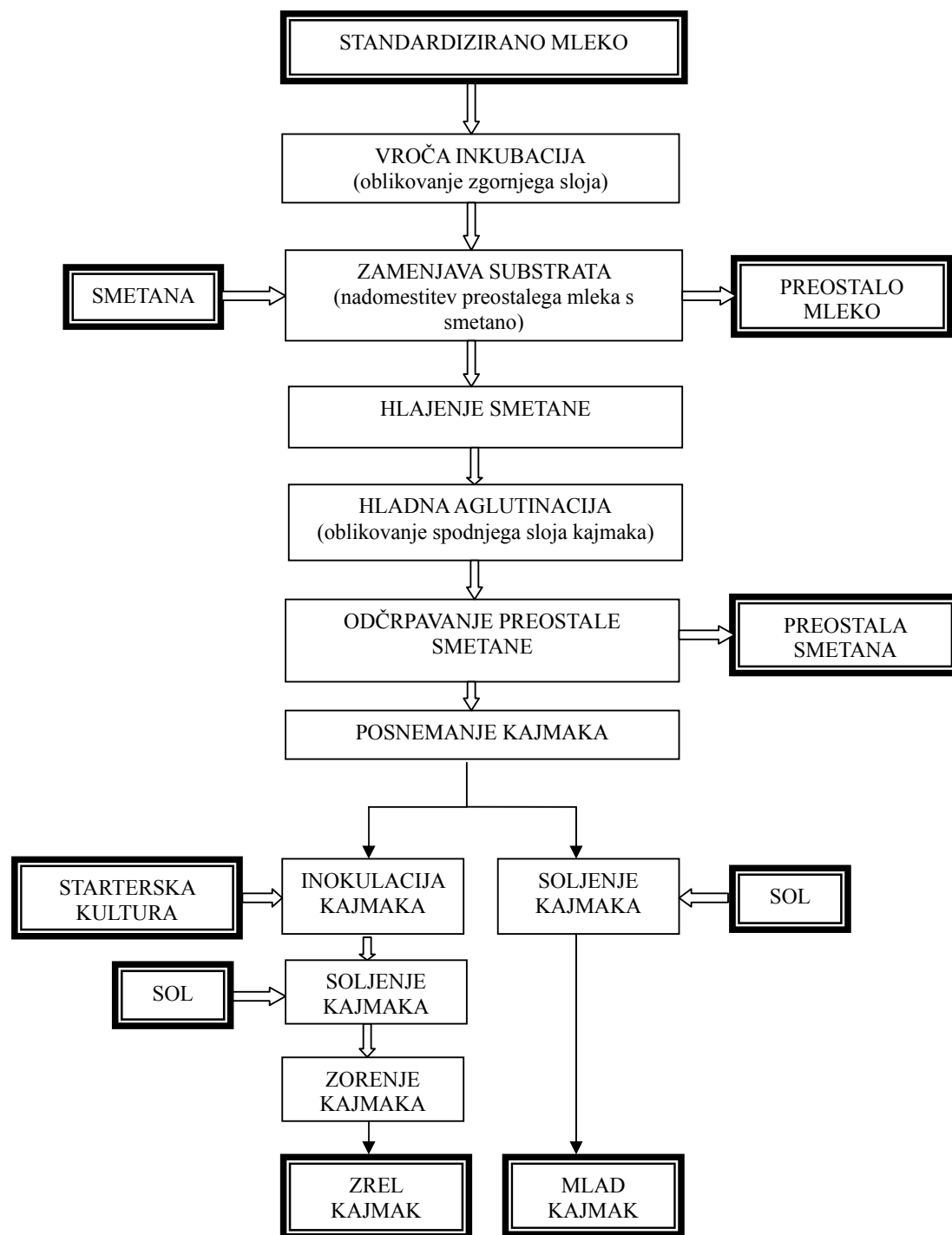


Slika 7: Sprememba vrednosti pH med zorenjem kajmaka (Radin in sod., 2005: 62).

Kajmak pridobljen po industrijskem načinu proizvodnje popolnoma odgovarja zahtevam pravilnika za zrel kajmak, pridobljenem po tradicionalnem načinu (Puđa in sod., 2005a).

Preglednica 9: Kemijska sestava kajmaka, pridobljenega po industrijskem postopku (Radin in sod., 2005a: 62).

dnevi zorenja	suha snov (%)	mlečna maščoba (%)	maščoba v suhi snovi (%)	sol (%)
0	68,89	66,0	95,80	-
2	70,95	67,0	94,43	1,0
7	69,64	65,5	94,06	1,1
15	69,32	66,0	95,21	0,98
30	70,24	67,0	95,39	0,93



Slika 8: Shematski prikaz industrijske proizvodnje kajmaka (Puđa in sod., 2008: 169).

Prikazan tehnološki postopek industrijske izdelave kajmaka ima v primerjavi s tradicionalnim načinom številne prednosti:

- čas izdelave znaša samo okrog 3 ure in se v primerjavi s tradicionalnim načinom, ki traja približno 24 ur, skrajša za približno osemkrat

- površina mleka oziroma kajmaka pride v stik z zrakom, ki je mikrobiološko kontroliran, kar zmanjša možnost rekontaminacije iz zraka
- kratek skupni čas proizvodnje in zelo kratek čas faze hlajenja praktično popolnoma onemogočata razvoj neželene mikrobiote v kajmaku in preostalem mleku
- proizvedeni kajmak je varen z mikrobiološkega vidika
- postopek proizvodnje je mogoče učinkovito nadzorovati, pri čemer je mogoča precizna standardizacija kajmaka glede:
 - o osnovne kemijske sestave
 - o strukturnih in reoloških lastnosti
 - o okusa in vonja
- preostalo mleko in smetano je možno koristno uporabiti v proizvodnji velikega števila drugih mlečnih izdelkov
- posneto mleko, ki ga dobimo pri proizvodnji smetane, potrebne za proizvodnjo kajmaka, lahko usmerimo v proizvodnjo katerega koli mlečnega proizvoda in s tem zmanjšamo strošek mleka za proizvodnjo kajmaka
- tako pridobljen proizvod ima karakteristike tradicionalno pridobljenega kajmaka ter visoko in standardno kvaliteto, ki v celoti ustreza zahtevam razvitega tržišča.

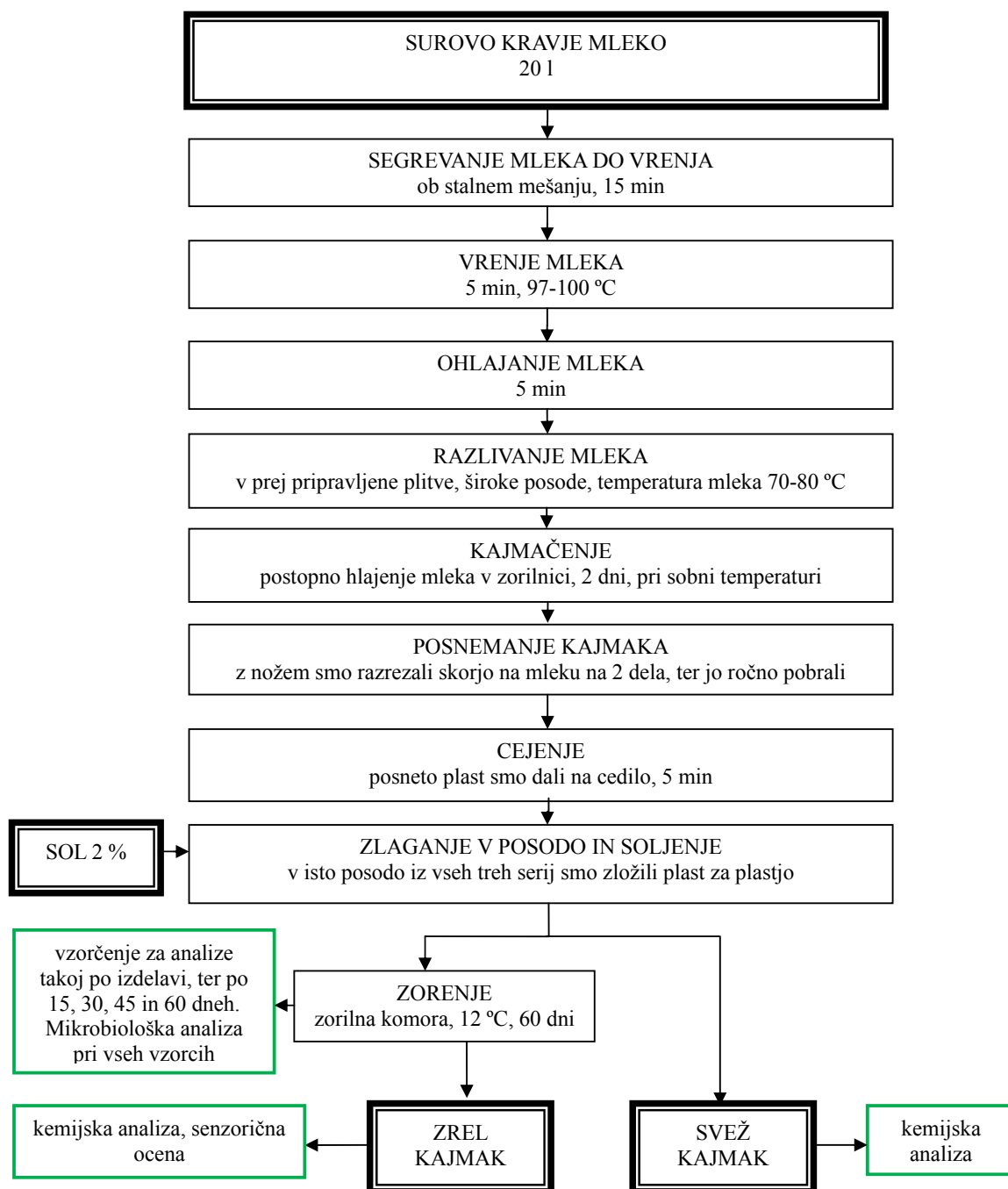
Industrijski način proizvodnje v celoti ustreza varnostnim zahtevam. Skrajšanje časa celotnega tehnološkega postopka, še posebno faze hlajenja smetane zmanjša možnost za razvoj nezaželene mikrobiote tako v kajmaku kot v njegovih sekundarnih produktih, nenazadnje pa je, za razliko od tradicionalne proizvodnje, površina mleka izpostavljena prečiščenemu zraku. Mleko, ki ostane, je možno uporabiti za številne proizvode, medtem ko je pri tradicionalnem načinu uporaba preostalega mleka omejena le na izdelavo polmastnih, belih sirov (Puđa in sod., 2008).

Tako pridobljen produkt odlikujejo iste lastnosti kot jih ima kajmak pridobljen na tradicionalen način. Značilna tipična slojevita struktura preide med zorenjem v zrnato, prav tako tudi barva postopno preide v dominantno rumeno. Mladi kajmak ima specifičen okus in vonj po kuhanem mleku in smetani, medtem ko zrel kajmak zaradi dodatka starterske kulture pridobi tipičen intenziven okus in vonj zrelega kajmaka. Posledica minimalne možnosti kontaminacije je »čist« okus in posebno »čist« vonj, kar pa pogosto ne velja za tradicionalni kajmak (Puđa in sod., 2008).

3 MATERIAL IN METODE

3.1 NAČRT POSKUSA

Načrt poskusa je prikazan na sliki 9.



Slika 9: Tehnološka shema izdelave kajmaka

Namen raziskovalnega dela je bil postaviti tehnološki postopek izdelave kajmaka ter po njem izdelati kajmak. Kajmak smo izdelali trikrat, posnet kajmak pa vsakič prenesli v isto posodo, tako da smo ob koncu dobili enoten vzorec. Med zorenjem smo kajmak vzorčili za analize in sicer takoj po izdelavi (čas 0) ter po 15, 30, 45 in 60 dneh, ko smo predpostavili, da je dosegel polno zrelost. Mikrobiološko analizo smo opravili pri vseh odvzetih vzorcih, določali pa smo skupno število mikroorganizmov, prisotnost koliformnih, lipolitičnih in proteolitičnih mikroorganizmov. Kemijsko analizo določanja vsebnosti maščobe, beljakovin, suhe snovi, maščobe v suhi snovi in vode smo opravili pri mladem (takoj po izdelavi) in zrelem kajmaku (po 60 dneh), na koncu pa smo kajmak še senzorično ocenili.

3.1.1 Prikaz tehnološkega postopka

Kajmak smo naredili v treh serijah, vsakič po istem postopku: 20 litrov surovega kravjega mleka smo ob stalnem mešanju segreli do vrenja in pustili vreti 5 min. Nato smo ugasnili ogenj in pustili mleko ohlajati prav tako 5 min ter ga razlili v prej pripravljene plitve posode.



Slika 10: Mešanje in kuhanje mleka (foto: Š. Kotar).

Posode z razlitim mlekom smo nato dva dni hranili v zorilnici pri sobni temperaturi, da je potekal proces kajmačenja.



Slika 11: Ohlajanje mleka – kajmačenje (foto: Š. Kotar).

Po dveh dneh smo posneli plast kajmaka. Z nožem smo razrezali skorjo na mleku na štiri dele, ter še okrog posode, da se je skorja odlepila od posode. Kajmak smo pobrali ročno, dali na cedilo, nato pa zložili v posodo ter solili.



Slika 12: Plast kajmaka na mleku (foto: Š. Kotar).



Slika 13: Posnet kajmak po prvi in drugi izdelavi (foto: Š. Kotar).

Kajmak smo hranili v zorični komori pri 12 °C.

3.2 MATERIAL

3.2.1 Mleko

Za izdelavo kajmaka smo uporabili surovo kravje mleko, ki smo ga pridobili s Centra za razvoj kmetijstva in podeželja Jable. V vsakem poskusu smo kajmak izdelali iz 20 litrov mleka.

3.2.2 Gojišča in raztopine za razredčevanje

Za posamezne skupine mikroorganizmov in skupno število mikroorganizmov smo uporabljali standardna komercialna gojišča. Vsa komercialna gojišča smo pripravili in avtoklavirali po navodilih proizvajalcev.

3.2.2.1 Trdno gojišče PCA za določanje skupnega števila mikroorganizmov in proteolitičnih mikroorganizmov

Trdno gojišče PCA (Plate Count Agar) smo pripravili po navodilih proizvajalca (Merck, Darmstadt, Nemčija), ter ga avtoklavirali 15 min pri temperaturi 110 °C. Gojišče smo uporabljali pri mikrobioloških analizah določanja skupnega števila mikroorganizmov (SŠMO) in proteolitičnih mikroorganizmov. Pred uporabo smo 200 ml gojišča PCA dodali še 40 ml predhodno prej pripravljenega rekonstituiranega mleka.

3.2.2.2 Trdno gojišče VRB za določanje koliformnih mikroorganizmov

Trdno gojišče VRB (Violet Red Bile Agar) smo pripravili po navodilih proizvajalca (Merck). Tega gojišča ne avtoklaviramo, temveč ga pred uporabo segrevamo v mikrovalovni pečici do popolne raztopitve. Uporabljamo ga v mikrobioloških analizah za določanje števila koliformnih bakterij.

3.2.2.3 Trdno gojišče TBA za določanje lipolitičnih mikroorganizmov

Trdno gojišče TBA (Tributylin Agar) smo pripravili po navodilih proizvajalca (Merck) ter ga avtoklavirali 15 min pri 121 °C. Uporabljali smo ga v mikrobioloških analizah določanja števila lipolitičnih MO.

3.2.2.4 Raztopina za razredčevanje vzorcev

Za pripravo primarne suspenzije in razredčevanje vzorcev kajmaka pri mikrobioloških analizah (metoda po Kochu) smo uporabljali dikalijev hidrogenfosfat K_2HPO_4 (Merck). Razredčevalo smo pripravili po navodilih standarda ISO 6887-5:2010 in sicer smo 20 g K_2HPO_4 raztopili v 1000 ml destilirane vode, uravnali vrednost pH na $7,5 \pm 0,2$ ter avtoklavirali 15 min pri 121 °C.

3.3 LABORATORIJSKA OPREMA

- Avtoklav (A – 21 CA, Kambič, Slovenija)
- Elektronski števec (EŠKO 7L, LABO Ljubljana)
- Inkubator (BT150, Marijan Krokter, Slovenija)
- Mikrovalovna pečica (32 L, Bosch, Nemčija)
- Tehtnica (Mettler P1200; EB-300M, Železniki- Tehtnica)
- Gnetilnik BagMixer[®] 400 (Interscience, St Nom, France)
- Vodna kopel (Kambič WB-30)
- Vrtinčni mešalnik (Vibromix 104 EV, tehtnica Železniki, Slovenija)
- potrošni material: petrijeve plošče, steklovina, stojala, nastavki, avtomatske pipete, pincete, gorilnik, kuhalnik, merilni valji
- Sterilne vrečke za gnetilnik

3.4 METODE

3.4.1 Analize mleka

Pred vsakim izdelovanjem kajmaka smo opravili analize mleka. Vzorcju mleka smo določili vsebnost maščobe, beljakovin in laktoze, skupno število mikroorganizmov (SŠMO), število somatskih celic, prisotnost zaviralnih snovi in zmrziščno točko.

Omenjene parametre smo določili s standardnimi referenčnimi metodami.

3.4.1.1 Določanje vsebnosti beljakovin, maščobe in laktoze

Vsebnost beljakovin, maščobe in laktoze smo določili z milkoskanom (ISO 9622:1999). Metoda temelji na principu infrardeče (IR) spektrometrije pri kateri merimo absorpcijo IR svetlobe pri prehodu žarkov skozi preiskovani vzorec pri valovnih dolžinah, ki so značilne za posamezno analizirano komponento. Količina maščobe, beljakovin in laktoze je izražena kot masni delež, v odstotkih (%).

3.4.1.2 Določanje števila somatskih celic

Število somatskih celic v mleku smo določili s fossomatikom (ISO 13366-2:2006), ki deluje na principu fluorescenčne mikroskopije. V analizi uporabimo barvilo etidijev bromid, ki obarva jedrno DNA vsake posamezne somatske celice v preiskovanem vzorcu mleka tako, da nastanejo fluorescenčni kompleksi. Nastali kompleksi nato pri obsevanju s ksenonovo žarnico oddajajo svetlobo, ki skozi mikroskop prihaja do fotodiode detekcijskega sistema. Vsaka obarvana celica, ki jo mikroskop zazna, povzroči električni impulz, ki se ojači in zabeleži.

Število somatskih celic izrazimo v tisoč na 1 mililiter mleka ($\text{število} \times 1000 / \text{ml}$).

3.4.1.3 Določanje skupnega števila mikroorganizmov

Mikrobiološko sliko mleka smo določili z baktoskanom (ISO 21187:2004). Baktoskan omogoča avtomatsko direktno štetje bakterijskih celic v surovem mleku na principu epifluorescenčne mikroskopije.

Rezultat je število signalov oziroma bakterij na en mikroliter mleka. Baktoskan nato iz točk konverzijske tabele avtomatsko izračuna število kolonijskih enot na 1 mikroliter mleka ($\text{KE}/\mu\text{l}$). Število bakterij v 1 mililitru mleka dobimo z množenjem $\times 1000$.

3.4.1.4 Določanje zmrziščne točke

Zmrziščno točko smo določili z referenčno termistorsko krioskopsko metodo (ISO 5764:2009).

Izrazili pa smo jo v stopinjah Celzija ($^{\circ}\text{C}$).

3.4.1.5 Določanje prisotnosti zaviralnih snovi

Prisotnost zaviralnih snovi smo ugotavljali z difuzijsko metodo v epruvetah - Delvotest SP-NT (SOP LML A 17.32, oznaka interne metode). Z metodo ugotovimo prisotnost antibiotikov in sulfonamidov.

3.4.2 Vzorčenje kajmaka

Pred vsako analizo smo aseptično odvzeli vzorec kajmaka. Najprej smo z žličko odstranili površinsko plast, nato pa s sterilnim nožem naredili vdolbinico v kajmak, ter za vzorec vzeli srednji del kajmaka, ki naj bi bil najbolj reprezentativen. Vzorec smo dali v sterilno plastično posodico z zamaškom in jo zaprli, preostali kajmak pa vrnili nazaj na zorenje v zorilno komoro.



Slika 14: Aseptično vzorčenje kajmaka (foto: Š. Kotar).

3.4.3 Kemijske analize vzorcev kajmaka

3.4.3.1 Določanje vsebnosti maščobe

Vsebnost maščobe smo določili z referenčno metodo ISO 3433:2008.

Maščobo sprostimo tako, da z žvepleno kislino raztopimo beljakovinske ovojnice. Izločimo jo s centrifugiranjem in odčitamo njeno količino na skali butirometra. Amilni alkohol zmanjšuje površinsko napetost in jo bistri, kar pomaga pri odčitavanju rezultata.

Vsebnost maščobe je podana kot masni delež v g/100g vzorca (%).

3.4.3.2 Določanje vsebnosti beljakovin

Vsebnost beljakovin smo določili z metodo ISO 8968-3:2004.

Standard opisuje semi-mikro hitro metodo po principu razklopa vzorca v razklopnem bloku. Vzorec razklopimo z mešanico koncentrirane žveplene (VI) kisline, vodikovega peroksida in kalijevega sulfata kot katalizatorja. Pri tem se organski dušik pretvori v anorganski amonijev sulfat. Po končanem razklopu, z destilacijo z vodno paro od dodatku presežene količine natrijevega hidroksida, sprostimo amoniak, ki ga lovimo v predložko s prebitkom borove kisline. Amoniak potenciometrično titriramo s standardno raztopino klorovodikove kisline in iz količine amoniaka izračunamo vsebnost dušika.

Vsebnost dušika je podana kot masni delež v g/100g vzorca (%). Vsebnost beljakovin izračunamo tako, da dobljeno vrednost dušika pomnožimo s faktorjem 6,38.

3.4.3.3 Določanje vsebnosti suhe snovi

Suho snov smo določili z referenčno metodo ISO 5534:2004.

Količina suhe snovi je količina ostanka, ki ga dobimo s sušenjem vzorca pri $102 \pm 0,2$ °C do konstantne teže. Rezultat izražamo v utežnih %.

3.4.3.4 Določanje vsebnosti vode

S pomočjo podatka o vsebnosti suhe snovi izračunamo vsebnost vode:

$$\% \text{ vode} = 100 - \% \text{ suhe snovi} \quad \dots(1)$$

3.4.3.5 Določanje vsebnosti maščobe v suhi snovi

Izračunamo iz podatka o količini suhe snovi in količini maščobe po formuli:

$$\% \text{ maščobe v suhi snovi} = \frac{\% m}{\% \text{ suha snov}} \times 100\% \quad \dots(2)$$

3.4.4 Mikrobiološke analize vzorcev kajmaka

3.4.4.1 Priprava vzorca kajmaka za mikrobiološko analizo

V gnetilne vrečke smo aseptično zatehtali 10 g vzorca kajmaka in do 90 g dodali razredčevalno raztopino K_2HPO_4 . Tako smo dobili razredčitev 10^{-1} . Vrečko smo zaprli in za nekaj minut prenesli v inkubator (42 °C), da se je maščoba malo raztopila. Tako pripravljen vzorec smo v gnetilniku homogenizirali 2 minuti.

3.4.4.2 Določanje števila posameznih skupin mikroorganizmov

Iz gnetilne vrečke smo aseptično prenesli 1 ml vzorca v epruveto z 9 ml K_2HPO_4 (razredčitev 10^{-2}). Z zaporednimi decimalnimi razredčitvami (metoda po Kochu) smo nadaljevali do razredčitve 10^{-8} . Pripravili smo si ustrezna gojišča in petrijeve plošče. Po 1 ml ustrezno razredčenega vzorca smo aseptično prenesli na petrijevo ploščo in ga prelili z ustreznim gojiščem.

– Gojišče TBA za določanje števila lipolitičnih MO

Lipolitični so tisti mikroorganizmi, ki s svojimi encimi razgrajujejo maščobo do prostih maščobnih kislin. Posledice so neprijetne spremembe v okusu in vonju zlasti mlečnih izdelkov z večjo vsebnostjo maščob. Najpomembnejši predstavniki lipolitičnih mikroorganizmov so bakterije iz rodov *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus* in *Bacillus*. Lipolitični mikroorganizmi, ki rastejo na gojišču z dodano maščobo, jo s svojimi encimi razgradijo. Pri tem nastanejo okrog kolonij prozorni obroči (Bajt in sod., 1998).

– Gojišče PCA z dodanim mlekom v prahu za določanje SŠMO in proteolitičnih MO

Proteolitični so tisti mikroorganizmi, ki s svojimi encimi razgrajujejo beljakovine preko peptidov, aminokislin, aminov in ketokislin do amoniaka. Najpomembnejši predstavniki teh mikroorganizmov so iz rodov *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Clostridium* in *Micrococcus* (Bajt in sod., 1998).

– Gojišče VRB za določanje števila koliformnih bakterij

Gojišče smo razlili po ustrezno razredčenem vzorcu, ter počakali da se je strdilo. Ko se je gojišče strdilo smo prilili še malo gojišča po površini, da smo ustvarili anaerobne razmere. Koliformne bakterije so gramnegativne črevesne nesporogene bakterije, ki fermentirajo laktozo v 48 urah pri 37 °C in pri tem tvorijo pline in kislino (Bajt in sod., 1998).

Petrieve plošče smo za posamezno skupino mikroorganizmov inkubirali v razmerah, navedenih v preglednici 10.

Preglednica 10: Razmere inkubacije gojišč za določanje števila posameznih skupin mikroorganizmov.

gojišče	skupina MO	Temperatura inkubacije [°C]	Odnos do kisika	Čas inkubacije [h]
PCA	SŠMO, proteolitični MO	30	aerobno	72
TBA	lipolitični MO	30	aerobno	72
VRB	koliformni MO	30	aerobno	24



Slika 15: Razredčevanje vzorcev in razlita gojišča (foto: Š. Kotar).

Po končani inkubaciji smo prešteli zrasle kolonije s pomočjo elektronskega števca (EŠKO 7L, LABO Ljubljana). Število kolonijskih enot (KE) bakterij v mililitru vzorca smo izračunali po naslednji formuli (IDF standard 100 B:1991):

$$KE = \frac{\sum C}{(n_1 + 0,1n_2) \times d} \quad \dots (3)$$

Legenda:

$\sum C$

...število prešteti kolonij izraslih na vseh števni ploščah

n_1 ...število števnih plošč prve razredčitve

n_2 ...število števnih plošč druge razredčitve

d ...razredčitveni faktor nižje razredčitve

3.4.5 Senzorično ocenjevanje kajmaka

Kajmak smo ocenjevali po 20 točkovnem sistemu (Ocenjevalni list za kajmak):

RAZRED	ŠTEVILO TOČK
EKSTRA E	18,10-20,00
I	16,10-18,00
II	13,10-16,00
III	10,10-13,00
ostalo	manj kot 15 točk

Pri senzoričnem ocenjevanju ocenjujemo zunanji izgled in barvo z največ dvema točkama, konsistenco in vonj z največ tremi točkami ter okus z največ desetimi točkami.

4 REZULTATI

4.1 ANALIZA MLEKA

Pred vsako izdelavo kajmaka smo v mleku določili vsebnost maščobe, beljakovin in laktoze, vrednost zmrziščne točke, skupno število mikroorganizmov (SŠMO) in somatskih celic ter preverili prisotnost zaviralnih snovi.

Preglednica 11: Rezultati analize mleka

ANALIZA MLEKA	Poskus 1	Poskus 2	Poskus 3
maščoba (g/100ml)	4,56	4,69	4,32
beljakovine (g/100g)	3,24	3,23	3,26
laktoza (g/100g)	4,68	4,67	4,69
zmrziščna točka (°C)	-0,516	0,519	-0,521
SŠMO/ml	nismo opravili	18.000	54.000
št. somatskih celic/ml	205.000	198.000	205.000
prisotnost zaviralnih snovi	negativno	negativno	negativno

Vsebnost maščobe v vseh treh analiziranih vzorcih je bila primerno visoka, kar je pomembno za izdelavo kajmaka. Higienška kakovost surovega mleka je bila ustrezna, in glede na vsebnost SŠMO/ml uporabljeno mleko uvršča v E in 1. kakovostni razred. Prav tako lahko trdimo, da so ostali analizirani parametri v surovem mleku ustrezni.

4.2 KEMIJSKA ANALIZA VZORCEV KAJMAKA

Kemijsko analizo smo naredili v vzorcu mladega in zrelega kajmaka.

Preglednica 12: Rezultati kemijske analize mladega in zrelega kajmaka

Kajmak	Maščoba (%)	Beljakovine (%)	Suha snov (%)	Voda (%)	Maščoba v SS (%)
mlad	54,00	/	65,64	34,36	82,27
zrel	61,50	6,49	71,50	28,5	86,01

Mlad kajmak naj bi po zahtevah pravilnika (Pravilnik o kakovosti mleka, mlečnih izdelkov..., 1993) vseboval najmanj 65 % mlečne maščobe v suhi snovi in najmanj 60 % suhe snovi. Glede na rezultate kemijske analize, mlad kajmak, izdelan po našem postavljenem tehnološkem postopku popolnoma ustreza zahtevam pravilnika. V našem primeru je vsebnost maščobe v suhi snovi še celo precej višja kot to zahteva pravilnik, kar 82,27 % (preglednica 12).

Prav tako zahtevam pravilnika ustreza vzorec zrelega kajmaka, izdelan po našem tehnološkem postopku, ki mora vsebovati najmanj 75 % mlečne maščobe v suhi snovi in najmanj 65 % suhe snovi (Pravilnik o kakovosti mleka, mlečnih izdelkov..., 1993). V našem primeru je vsebnost suhe snovi znašala 71,50 %, maščobe v suhi snovi pa kar 86,01 %. Tudi iz naših rezultatov lahko vidimo, da bi bila primerna uvedba dveh dodatnih kategorij pri klasifikaciji kajmaka in sicer »polnomastni zrel kajmak« z vsebnostjo maščobe v suhi snovi v intervalu med 75-85 % ter kategorija »ekstremno mastni zrel kajmak« z vsebnostjo maščobe v SS preko 85 %. Če bi obstajali ti dve kategoriji, potem bi

naš zrel kajmak spadal v kategoriji ekstremno mastni zrel kajmak, saj vsebuje kar 86,01 % maščobe v SS.

4.3 MIKROBIOLOŠKA ANALIZA VZORCEV KAJMAKA

Pri prvi mikrobiološki analizi kajmaka smo vzorce razredčevali do razredčitve 10^{-4} , pri vseh nadaljnjih analizah pa smo povečali razredčitve do 10^{-8} . Pri vseh analizah smo kot števne plošče vzeli tiste, na katerih je zraslo od 10 do 300 kolonij.

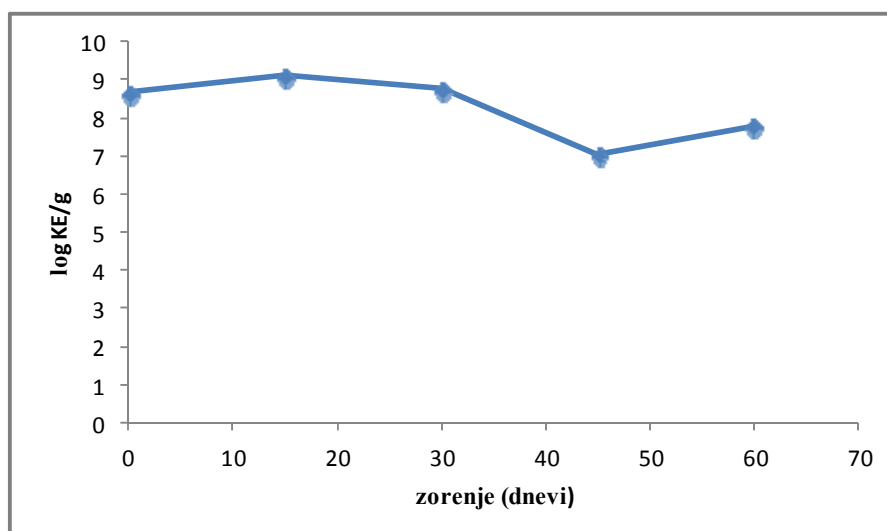
4.3.1 Določanje skupnega števila mikroorganizmov

Rezultati določanja skupnega števila mikroorganizmov v kajmaku med zorenjem, so prikazani v preglednici 13.

Preglednica 13: SŠMO (KE/g) v kajmaku med zorenjem

zorenje kajmaka (dni)	SŠMO v kajmaku (KE/g)	SŠMO v kajmaku (log KE/g)
0	$4,52 \times 10^8$	8,66
15	$1,27 \times 10^9$	9,10
30	$5,90 \times 10^8$	8,77
45	$1,10 \times 10^7$	7,04
60	$6,4 \times 10^7$	7,80

Najvišje skupno število mikroorganizmov je bilo v vzorcu 15 dni starega kajmaka, prav tako pa je bilo število visoko v vzorcu kajmaka, analiziranega takoj po izdelavi. Do konca zorenja se skupno število mikroorganizmov neznatno zmanjšuje in se zadržuje na relativno visokem nivoju.



Slika 16: Spreminjanje SŠMO v kajmaku med zorenjem.

4.3.2 Določanje števila proteolitičnih mikroorganizmov

Kolonije proteolitičnih bakterij imajo svetel, prosojen obroč, ki nastane kot posledica proteolitične razgradnje kazeina (slika 17). Rezultati določanja števila proteolitičnih mikroorganizmov v kajmaku med zorenjem so prikazani v preglednici 14.

Preglednica 14: Število proteolitičnih mikroorganizmov (KE/g) v kajmaku med zorenjem

zorenje kajmaka (dni)	število proteolitičnih mikroorganizmov (KE/g)
0	manj kot 10 KE/g v vseh vzorcih
15	
30	
45	
60	

V vseh analiziranih vzorcih kajmaka je bilo število proteolitičnih mikroorganizmov (kolonije obdane s prosojno cono) manj kot 10 KE/g.



Slika 17: Kolonije proteolitičnih bakterij na petrijevi plošči (foto: A. Čanžek Majhenič).

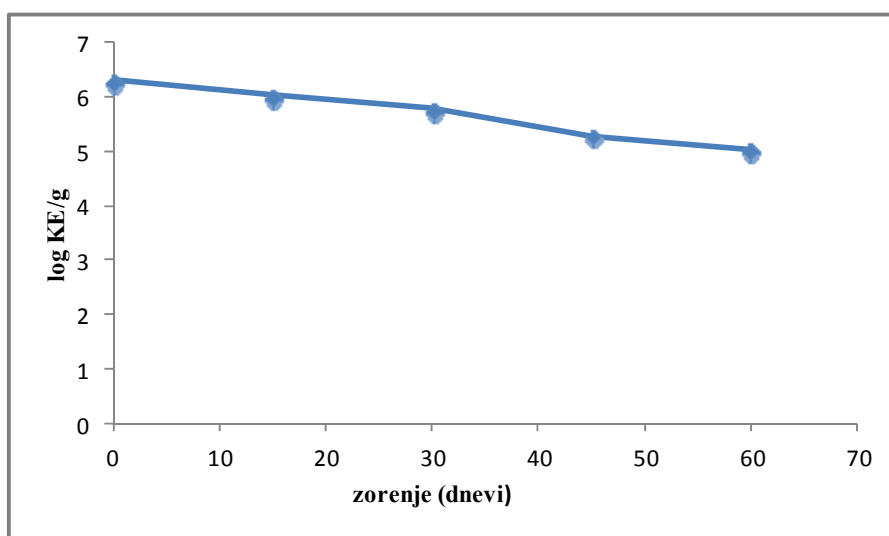
4.3.3 Določanje števila koliformnih bakterij

Za določanje števila koliformnih bakterij v kajmaku med zorenjem smo kot števne plošče upoštevali tiste, na katerih je zrastle najmanj 15 in ne več kot 150 vijoličastih kolonij, 1-2 mm premera in obdanih z rdečkasto precipitacijsko cono (slika 19). Rezultati določevanja števila koliformnih mikroorganizmov v kajmaku med zorenjem so prikazani v preglednici 15.

Preglednica 15: Število koliformnih mikroorganizmov (KE/g) v kajmaku med zorenjem

zorenje kajmaka (dni)	število koliformnih mikroorganizmov (KE/g)	število koliformnih mikroorganizmov (log KE/g)
0	$2,05 \times 10^6$	6,31
15	$1,08 \times 10^6$	6,03
30	$6,1 \times 10^5$	5,78
45	$1,95 \times 10^5$	5,29
60	$1,05 \times 10^5$	5,02

Število koliformnih mikroorganizmov v kajmaku je bilo najvišje takoj po izdelavi in sicer $2,05 \times 10^6$ KE/g. Čeprav je med zorenjem njihovo število vztrajno padalo, je bilo po 60-tih dneh zorenja še vedno precej visoko in sicer $1,05 \times 10^5$ KE/g (slika 18).



Slika 18: Spreminjanje števila koliformnih mikroorganizmov v kajmaku med zorenjem.



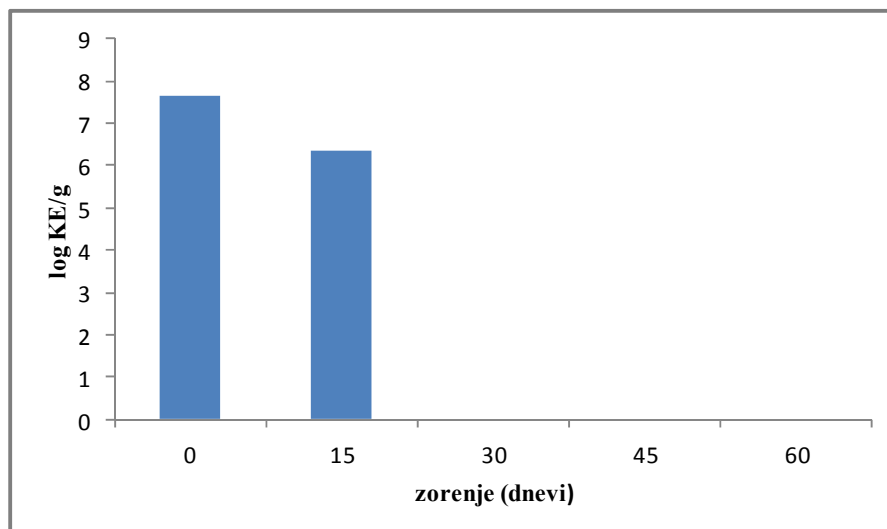
Slika 19: Petrijeva plošča z gojiščem VRB in tipičnimi kolonijami koliformnih bakterij (foto: A. Čanžek Majhenič).

4.3.4 Določanje števila lipolitičnih mikroorganizmov

Na petrijevih ploščah smo prešteli kolonije s koncentrično prosojno cono, širšo od 1mm. Rezultati določanja števila lipolitičnih mikroorganizmov v kajmaku med zorenjem so prikazani v preglednici 16.

Preglednica 16: Število lipolitičnih mikroorganizmov (KE/g) v kajmaku med zorenjem

zorenje kajmaka (dni)	število lipolitičnih mikroorganizmov (KE/g)	število lipolitičnih mikroorganizmov (log KE/g)
0	$4,5 \times 10^7$	7,65
15	$2,25 \times 10^6$	6,35
30	manj kot 10 KE/g	0
45	manj kot 10 KE/g	0
60	manj kot 10 KE/g	0



Slika 20: Spreminjanje števila lipolitičnih mikroorganizmov v kajmaku med zorenjem.

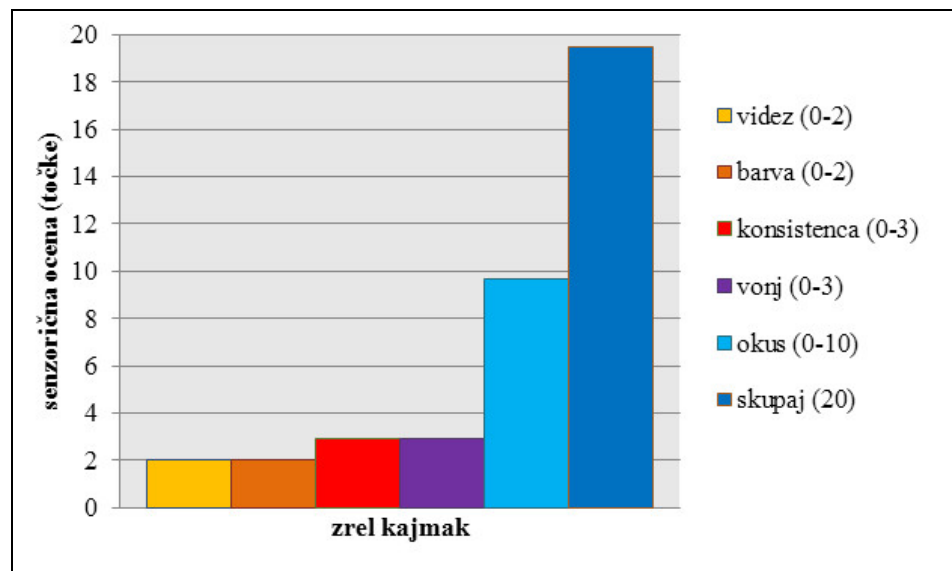
Po pravilniku (Pravilnik o kakovosti mleka, mlečnih izdelkov..., 1993) lipolitične bakterije ne smejo preseči števila 10^3 KE/g. V našem primeru je število lipolitičnih bakterij v vzorcu mladega kajmaka oz. 15 dni starega kajmaka doseglo vrednosti 10^7 KE/g oz. 10^6 KE/g. V 30, 45 in 60 dni starem vzorcu kajmaka pa je bilo število lipolitičnih mikroorganizmov manjše od 10 KE/g.

4.4 SENZORIČNA ANALIZA KAJMAKA

Zrel kajmak smo na koncu senzorično ocenili. Ocenjevali smo izgled, barvo, konsistenco, vonj in okus ter jih ovrednotili po 20 točkovnem sistemu ocenjevanja. Kajmak je ocenjevalo 7 ocenjevalcev. Za napake smo odbijali v korakih po 0,25 točke.

Preglednica 17: Rezultati senzoričnih lastnosti zrelega kajmaka po 20-točkovnem sistemu ocenjevanja.

LASTNOST	ZREL KAJMAK	Najvišje možno število točk
Izgled (0-2)	2	2
Barva (0-2)	2	2
Konsistenca (0-3)	2,89	3
Vonj (0-3)	2,93	3
Okus (0-10)	9,68	10
SKUPAJ	19,50	20



Slika 21: Grafični prikaz senzoričnih lastnosti zrelega kajmaka.

Videz in barva zrelega kajmaka sta bili primerni, bledorumene do rumene barve, zato sta dosegli vse točke, konsistenco zrelega kajmaka smo ocenili s povprečno 2,89 točke, vonj s povprečno 2,93 točke ter okus s povprečno 9,68 točke. Glede na skupno število točk, ki znaša 19,50, lahko naš zrel kajmaka uvrstimo v ekstra E kakovostni razred (preglednica 17).

4.5 TEHNOLOŠKI POSTOPEK IZDELAVE KAJMAKA

Samo kuhanje mleka je potekalo dokaj hitro, saj se je segrevala celotna površina dna posode, med kuhanjem pa smo mleko ves čas mešali, da se ni zažgalo. Ko je mleko zavrelo smo ga pustili vreti 5 min, tako smo dosegli primerno vsebnost suhe snovi in maščobe v mleku. Po vrenju smo počakali 5 min, da se je mleko malo ohladilo, nato pa ga previdno razlili v štiri posode. Posode z razlitim mlekom smo 2 dni pustili v zorilnici pri sobni temperaturi, da je potekel proces kajmačenja. Pri prvem in drugem poskusu izdelave se je pod skorjo kajmaka naredil koagulum (slika 22), in sicer v prvem poskusu v vseh štirih posodah, v drugem poskusu pa le v eni. V tretji, zadnji seriji pa v nobeni od posod ni bilo vidnega koaguluma.



Slika 22: Dobro viden koagulum po posnemanju kajmaka (foto: Š. Kotar)

Pri posnemanju kajmaka je bilo potrebno nekaj spretnosti, saj smo morali predhodno razrezano skorjo kajmaka ročno pobrati in jo prenesti na cedilo. Na cedilu smo posneto plast kajmaka pustili kratek čas, nato pa smo jo, prav tako z rokami, plast za plastjo, zložili v posodo za zorenje in solili. Tako smo pridobili mlad kajmak, ker pa smo želeli tudi zrelega, smo kajmak zorili v zorilni komori pri 12 °C 60 dni, ko smo predpostavili, da bo dosegel polno zrelost. Kajmak smo med zorenjem ves čas spremljali, že po 14 dneh zorenja smo opazili razrast plesni na površini kajmaka, zato smo ga po mesecu dni ponovno solili. Plesen smo po površini kajmaka posneli z žličko, ter posolili kajmak. V nadaljevanju zorenja je bila plesen na površini kajmaka še vedno prisotna, a v manjši meri.

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

V diplomski nalogi smo postavili tehnološki postopek izdelave kajmaka, s spremljanjem kemijskih, mikrobioloških in senzoričnih parametrov pa smo ovrednotili kakovost končnega izdelka.

Kajmak se še vedno proizvaja na tradicionalen način. Gre za majhne kapacitete izdelanega kajmaka, ki jih odlikuje velika raznolikost in neorganiziranost (Puđa in sod., 2006).

Sestava mleka ima značilen vpliv na sestavo kajmaka. Porast vsebnosti maščobe in proteinov mleka vodi do porasta vsebnosti maščobe in proteinov v kajmaku. Znan pa je tudi vpliv vsebnosti proteinov mleka na vsebnost maščobe kajmaka (Puđa in sod., 2006). V našem primeru imamo premalo podatkov, da bi navedene trditve lahko preverili, saj bi morali kajmak narediti iz mleka z različno vsebnostjo maščobe in proteinov.

Rezultati kemijske analize so pokazali, da je kemijska sestava tako mladega kot zrelega kajmaka skladna s pravilnikom (Pravilnik o kakovosti mleka in mlečnih izdelkov..., 1993). Ugotovili pa smo, da bi dodatno klasificiranje kajmaka z vidika vsebnosti maščobe zmanjšalo efekt razlikovanja v sestavi in pripomoglo k standardizaciji kvalitete. Bijeljac in Sarić (2005) pri kemijski sestavi zrelega kajmaka navajata povprečno vrednost beljakovin 7,63 %, kar je malo višje od naše vrednosti, ki je znašala 6,45 %. Višja vrednost beljakovin pa je najverjetneje posledica uporabe mešanice kravjega in ovčjega mleka, medtem ko smo mi uporabili samo kravje mleko.

Vsi postopki tradicionalne izdelave in manipulacije s kajmakom predstavljajo potencialni izvor kontaminacije, kar lahko potrdimo tudi z visokim skupnim številom mikroorganizmov. Visoko število bakterij na začetku in med zorenjem kaže na to, da večina od njih preživi visoke temperature toplotne obdelave. Prav ta mikrobiota, katere poreklo ni kontrolirano, predstavlja hkrati nevarnost kontaminacije, po drugi strani pa pomembno vpliva na razvoj značilnih senzoričnih lastnosti kajmaka v procesu zorenja. Bolj skrb vzbujajoče je visoko število koliformnih mikroorganizmov, ki so pokazatelj higienskih razmer v celotni proizvodni verigi oz. kažejo na nepravilnosti in pomanjkljivosti pri pridobivanju mleka. V mleku najdemo od koliformnih bakterij najpogostejše vrste rodov *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter*, *Aerobacter* (Rogelj in Perko, 2003). Največja nevarnost kontaminacije je med kajmačenjem, saj zrak, ki pride v stik z razlitim mlekom ni prečiščen in predstavlja potencialno nevarnost (Puđa in sod., 2006).

Kajmačenje poteka dva dni na sobni temperaturi, kar je dolgo časovno obdobje in zelo primerno za razvoj mikrobiote. Trdimo lahko, da je kajmačenje najbolj kritična točka v procesu izdelave kajmaka, zelo primerno pa bi bilo preveriti še prisotnost bakterij vrste *Escherichia coli*.

Pravilnik (Pravilnik o mikrobiološki ispravnosti..., 2002) navaja, da kajmak ne sme vsebovati *Escherichia coli* in vrste *Proteus* v 0,01 g, ter lipolitičnih mikroorganizmov v 0,001 g. Za ostale mikroorganizme vrednosti niso navedene.

Lipolitični mikroorganizmi povzročajo lipolitični kvar živil, po drugi strani pa koristno delujejo na oblikovanje arome med zorenjem. Razvoj mikroorganizmov, ki povzročajo lipolitične in proteolitične spremembe ni kritičen zaradi same rasti oz. števila mikroorganizmov, saj večina ne preživi pasterizacije, pač pa je kritična sinteza ekstracelularnih proteinaz in lipaz pred pasterizacijo. Zato sinteza lipaz ni v korelaciji s skupnim številom teh mikroorganizmov. Encimi so izredno toplotno odporni, k še večji toplotni odpornosti pa prispeva zaščitna vloga proteinov in mlečne maščobe. Sinteza in aktivnost lipaz psihotrofnih bakterij in termostabilnost teh encimov opredeljujejo rizično skupino živil s stališča lipolitičnega kvara. To so predvsem mleko in mlečni izdelki, kamor spada tudi kajmak (Smole-Možina in Raspor, 1992).

Lipolizo povzročajo predvsem vrste *Micrococcus* in *Pseudomonas*, ter lipolitični encimi, ki izvirajo iz surovega mleka. Večina tipičnih lipolitičnih vrst (*Pseudomonas*, *Aeromonas*, *Flavobacterium*, *Micrococcus*, *Corynebacterium*, *Escherichia*, *Bacillus*) je psihotrofnih bakterij (Tratnik, 1998). Najpomembnejša posledica lipazne aktivnosti v hrani je nastanek rezkega, trpkega okusa, ki je rezultat sproščanja nizkomolekularnih maščobnih kislin, predvsem hlapnih (butirična, kapronska, kaprilna, kaprinska). Te spremembe so znane kot hidrolitska žarkost (Živković in sod., 1992).

Število lipolitičnih bakterij v kajmaku je določeno s pravilnikom (Pravilnik o mikrobiološki ispravnosti..., 2002) in sicer kajmak ne sme vsebovati teh bakterij v 0,001 g oziroma v razredčitvi 10^3 . V našem primeru je število lipolitičnih bakterij v vzorcu mladega in 15 dni starega kajmaka povišano, nato pa se vrednost zmanjša na manj kot 10 KE/g, kar ustreza zahtevam pravilnika. Vendar kot je bilo že omenjeno zgoraj, samo število lipolitičnih mikroorganizmov ni tako kritično, kot je sinteza ekstarcelularnih encimov pred toplotno obdelavo. Mi smo uporabili sveže, surovo mleko in ga takoj toplotno obdelali. Povišano število lipolitičnih mikroorganizmov na začetku kaže na to, da je toplotno obdelavo preživelo nekaj lipolitičnih bakterij, a je njihova aktivnost nato padala, hkrati pa lipolitični mikroorganizmi igrajo pomembno vlogo tudi pri zorenju. Da ni prišlo do hidrolitičnega kvara lahko potrdimo tudi z rezultati senzorične analize, saj v kajmaku ni bilo zaznati neprijetnih sprememb v okusu (žarkost) ali vonju. Zato lahko povzamemo, da navedene velikosti populacij lipolitičnih mikroorganizmov ne predstavljajo tveganja za kajmak.

Nesporogene proteolitične vrste bakterij (*Proteus*, *Pseudomonas*, *Serratia*, *Alcaligenes*) večinoma ne preživijo pasterizacije, bolj problematične so proteolitične bakterije iz rodov *Bacillus* in *Clostridium*, ker so sporogene in toplotno odporne. Preživijo pasterizacijo in povzročajo naknadne spremembe v izdelkih (Golc-Teger, 1992). Glede na naš rezultat je število proteolitičnih mikroorganizmov, manj kot 10 KE/g ustrezno, in ne vodi do proteolitičnih sprememb v kajmaku.

Zagotovo pa bi k boljšemu razumevanju biokemijskih in mikrobnih procesov med samim procesom izdelave kajmaka doprinesle podrobnejše analize ugotavljanja sestave mikrobne populacije kajmaka.

Nastanek koaguluma v posodah med kajmačenjem oz. pred posnemanjem kajmaka je najbrž posledica visokih temperatur zraka v okolici. Kajti kajmačenje poteka na sobni temperaturi. Poleg tega pa tudi sama termična obdelava mleka pred razlivanjem vodi do porasta koncentracije koloidnega kalcija, ki se veže na kazeinsko micelo. Višje temperature uporabimo, več Ca^{2+} se izgubi, hitrejša je koagulacija, sam gel pa mehkejši in nežnejši. Nastanek koaguluma skrajšuje čas kajmačenja, vendar je potem količina posnetega kajmaka manjša (Bijeljac in Sarić, 2005).

Ker smo med zorenjem kajmaka na njegovi površini opazili razrast plesni, smo ga ponovno solili. Glede na navajanja v literaturi bi bilo potrebno kajmak že po prvi izdelavi, ko posoda še ni polna, preliti s svežo sirotko. Ob zlaganju naslednjega sloja kajmaka pa površino predhodno naloženega kajmaka operemo in posolimo. Postopek ponavljamo dokler posoda ni napolnjena s kajmakom in ga ponovno prelijemo s svežo sirotko, ki pa jo je potrebno menjati vsakih 4-5 dni. Tako bi ustvarili anaerobne razmere zorenja in preprečili rast plesni.

Preskusi z lestvicami ali razredi so metode, s katerimi ocenjujemo ali primerjamo posamezne lastnosti preskusnega vzorca ali ocenjujemo vzorec kot celoto. V preskus z lestvicami ali razredi spada tudi metoda točkovanja, pri kateri se ocenjuje intenzivnost ene ali več senzoričnih lastnosti. Vrsta lestvice, ki jo bomo uporabili, mora biti natančno določena. Lestvica je razdeljena na intervale, kjer preskuševalec vzorce preizkuša in dodeli točke (Golob in sod., 2006).

Pri senzorični oceni je naš zrel kajmak dosegel skupno 19,50 točke, kar ga uvršča v ekstra E kakovostni razred. Pri videzu ni bilo odstopanj, zato smo ga ocenili z najvišjim možnim številom točk, prav tako barvo, ki je bila primernega belorumenega do rumenega odtenka. Konsistenca je bila slojasta, dovolj čvrsta in gladka, morda rahlo grudičasta. Vonj je pri kajmaku odvisen od vrste mleka, kot neustrezen se smatra netipičen, nečist, oster, zatohel ali plesniv vonj. V našem primeru je bil kajmak značilnega, specifičnega, prijetnega in mlečno-kislega vonja. Okus bi lahko označili kot originalen, specifičen, mlečno-kisel in rahlo slan. Pri okusu ni bilo zaznati izrazito kislih, grenkih, lojastih ali milnatih not.

Glede na navedene rezultate, lahko zaključimo, da po našem predhodno postavljenem tehnološkem postopku pridobimo zelo kakovosten kajmak.

5.2 SKLEPI

- Po postavljenem tehnološkem postopku dobimo ustrezen kajmak
- Rezultati kemijske analize niso pokazali odstopanj od zahtev pravilnika (Pravilnik o kakovosti mleka, mlečnih izdelkov..., 1993)
- Mikrobiološka analiza je pokazala visoko skupno število mikroorganizmov in število koliformnih mikroorganizmov
- Rahlo povišano število lipolitičnih bakterij na začetku zorenja ne predstavlja nevarnosti za kvar kajmaka
- Število proteolitičnih mikroorganizmov je bilo ustrezno
- Senzorična ocena potrjuje ustreznost postavljenega tehnološkega postopka

6 POVZETEK

Kajmak postaja vedno bolj priljubljeno živilo tudi pri nas, zato je bil namen diplomskega dela izdelava kajmaka po predhodno postavljenem tehnološkem postopku ter ovrednotenje njegove kemijske, mikrobiološke in senzorične kakovosti.

Kajmak je mlečni proizvod z edinstveno sestavo in senzoričnimi lastnostmi. Kajmak nastane kot sloj na površini mleka z združevanjem mlečne maščobe in določenim deležem mlečnih beljakovin. Pridobimo ga s posnemanjem zgornje plasti kuhanega in ohlajenega kravjega mleka, ovčjega mleka ali mešanice obeh. Glede na stopnjo zrelosti se daje kajmak v promet kot mladi kajmak in kot zreli kajmak. Kajmak je zelo cenjen mlečni proizvod, ki se tradicionalno proizvaja na določenih področjih Balkana, Male Azije in Bližnjega vzhoda. Postopek izdelave še vedno temelji na tradicionalnem načinu, zato dobimo proizvod neenakomerne sestave in kvalitete. Številne stopnje v izdelavi predstavljajo potencialno varnostno tveganje za kajmak in preostalo mleko. Mikrobiota, ki pretežno izvira iz surovega mleka, igra glavno vlogo v procesu zorenja, tako v zvezi z oblikovanjem teksture kot senzoričnih lastnosti. Industrijski način proizvodnje kajmaka vključuje vse postopke kot pri tradicionalnem načinu, le da je proizvodnja prilagojena industrijskemu načinu dela. Hkrati pa z izboljšanjem proizvodnih pogojev zmanjšamo tveganje in zagotovimo pogoje za komercializacijo standardnega visoko-kakovostnega proizvoda (Puđa in sod., 2006).

Kajmak smo naredili trikrat, vsakič po istem postopku. Mleko smo segrevali do vrenja in ga po 5-ih min razlili v plitve, široke posode. Razlito mleko smo nato pustili 2 dni pri sobni temperaturi, da se je počasi ohladilo in je potekel proces izdvajanja kajmaka na površino-kajmačenje. Nato smo po 2 dneh kajmak posneli, ga posolili in dali na zorenje v zorilno komoro. Po 60 dneh smo predpostavljali njegovo polno zrelost.

V mladem kajmaku (takoj po izdelavi) in v zrelem kajmaku smo s kemijskimi analizami določili vsebnost maščobe, beljakovin in suhe snovi. Rezultati niso pokazali odstopanj od zahtev pravilnika.

Vsaki 14 dni pa smo v kajmaku spremljali SŠMO, število proteolitičnih, lipolitičnih in koliformnih bakterij. Visoko SŠMO kaže na to, da precejšen del mikroorganizmov preživi visoke temperature toplotne obdelave, največ pa jih v kajmak pride med kajmačenjem. Prav tako je precej visoko število koliformnih MO najverjetneje posledica slabših higienskih razmer v tehnološkem postopku kot možnost rekontaminacije med kajmačenjem. V našem primeru kot največjo kritično točko izpostavljam prav kajmačenje. Vrednosti lipolitičnih bakterij so v mladem in 15 dni starem kajmaku rahlo povišane, nato pa skladne s pravilnikom, saj je aktivnost lipolitičnih bakterij počasi padala. Vrednosti ne predstavljajo tveganja za kvar in razvoj hidrolitične žarkosti, v določeni meri so lipolitične bakterije celo zaželene, saj vplivajo na razvoj arome med zorenjem. Število proteolitičnih mikroorganizmov pa je bilo ustrezno.

Po rezultatih senzorične ocene ima narejen kajmak ustrezen videz, barvo, konsistenco, vonj in okus, zato ga lahko uvrstimo v ekstra E kakovostni razred. Postavljen tehnološki postopek vodi v kakovosten produkt.

7 VIRI

- Bajt N., Golc-Teger S., Pirkmajer E. 1998. Mleko in mlečni izdelki. Ljubljana, Zavod Republike Slovenije za šolstvo: 177 str.
- Bijeljac S., Sarić Z. 2005. Autohtoni mliječni proizvodi sa osnovama sirarstva. Sarajevo, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Sarajevu: 182 str.
- Dozet N., Mačej O., Jovanović S. 2004. Autohtoni mliječni proizvodi osnova za razvoj specifičnih originalnih mliječnih prerađevina u savremenim uslovima. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 20, 3-4: 32-44
- Golc-Teger S. 1992. Lipidi v mleku in mlečnih izdelkih. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi 92, Ljubljana, 4-5 jun. 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 80-90
- Golob T., Bertonec J., Doberšek U., Jamnik M. 2006. Senzorična analiza živil. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 81 str.
- IDF Standard 100B:1991. Milk and milk products. Enumeration of microorganisms. Colony count technique at 30 °C. 1991: 3 str.
- ISO 13366-2:2006. Milk – Enumeration of somatic cells - Part 2: Guidance on the operation of fluoro-opto-electronic counters. 2006: 13 str.
- ISO 21187:2004. Milk – Quantitative determination of bacteriological quality- Guidance for establishing and verifying a conversion relationship between routine method results and anchor method results. 2004: 13 str.
- ISO 3433:2008. Cheese – Determination of fat content – Van Gulik method. 2008: 4 str.
- ISO 5534:2004. Cheese and processed cheese – Determination of the total solids content (Reference method). 2004: 2 str.
- ISO 5764:2009. Milk – Determination of freezing point – Thermistor cryoscope method (Reference method). 2009: 15 str.
- ISO 6887-5:2010. Microbiology of food and animal feeding stuffs – Preparation of test samples, initial suspensions and decimal dilutions for microbiological examination – Part 5: Specific rules for the preparation of milk and milk products. 2010: 13 str.
- ISO 8968-3:2004. Milk – Determination of nitrogen content – Part 3: Block-digestion method (Semi-micro rapid routine method). 2004: 11 str.
- ISO 9622:1999. Whole milk –Determination of milk fat, protein and lactose content- Guidance on the operation of mid-infrared instruments. 1999: 27 str.

- Joković N., Nikolić M., Begović J., Jovčić B., Savić D., Toposirović L. 2008. A survey of the lactic acid bacteria isolated from Serbian artisanal dairy product kajmak. *International Journal of Microbiology*, 127: 305-311
- Mavrin D., Oštir Š. 2002. Tehnologija mleka in mlečnih izdelkov. Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 217 str.
- Miletić S. 1994. Mlijeko i mliječni proizvodi. Zagreb. Hrvatsko mljekarsko društvo: 273 str.
- Milanović Z. 2006. Srpski sir i kajmak u evropskom okruženju. Beograd, Institut za ekonomiku poljoprivrede: 176 str.
- Pešić Mikulec D., Puđa D. P., Miočinović J., Slović M., Blagić S. G. 2010. Ispitavanje efekta primene bipolarne jonizacije vazduha u zanatskoj proizvodnji sira i kajmaka. *Prehrambena industrija*, 21, 1-2: 52-55
- Pravilnik o kakovosti mleka, mlečnih izdelkov, siril in čistih cepiv. 1993. Uradni list Republike Slovenije, 3, 21: 1069-1085
- Pravilnik o mikrobiološkoj ispravnosti namirnica u prometu. 2002. Službeni list Savezne Republike Jugoslavije, 46: 22. str
- Puđa P., Radovanović M., Starčević T. V. 2004. Postupak proizvodnje kajmaka tradicionalnog kvaliteta u uslovima industrijskog načina rada. *Prehrambena industrija*, 15, 1-2: 15-19
- Puđa P., Radovanović M., Đerovski J. 2005a. Prilog proučavanju i klasifikaciji kajmaka. *Prehrambena industrija*, 16, 1-2: 55-59
- Puđa P., Radovanović M., Starčević V., Miočinović J. 2005b. Sastav i karakteristike kajmaka: 1. Uticaj sastava mleka na formiranje pokožice. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 21: 175-186
- Puđa P., Radovanović M., Đerovski J. 2006. Proizvodnja i svojstva kajmaka. *Mljekarstvo*, 56, 4: 221-232
- Puđa P., Đerovski J., Radovanović M. 2008. An autochthonous Serbian product – Kajmak: Characteristic and production procedures. *Dairy Science and Technology*, 88: 163-172
- Radin D., Đerovski J., Radulović Z., Radovanović M., Puđa P. 2005. Zrenje kajmaka u kontrolisanim uslovima. *Prehrambena industrija*, 16, 1-2: 60-65
- Rogelj I., Perko B. 2003. Mlečni izdelki. V: Mikrobiologija živil živalskega izvora. Bem Z., Adamič J., Smole-Možina S., Gašperlin L. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 541-579

- Smole-Možina S., Raspor P. 1992. Mikrobne lipaze v živilstvu. V: Lipidi. 14. Bitenčevi živilski dnevi '92, Ljubljana, 4-5 jun. 1992. Klofutar C., Žlender B., Hribar J., Plestenjak A. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 80-90
- Škrinjar M., Tesanović D., Kalenjuk B. 2010. Recognized Serbian gastro products. V: Kakovost in inovativnost v turizmu in gostinstvu. 2. Mednarodno znanstveno-strokovna konferenca, Bled, 11-12 feb. 2010. Premrov P., Krašna T. (ur.). Bled, Višja strokovna šola za gostinstvo in turizem: 475-482
- Tratnik L. 1998. Mlijeko- tehnologija, biokemija i mikrobiologija. Zagreb, Hrvatska mljekarska udruga: 392 str.
- Živković J., Hadžiosmanović M., Grbeša V. 1992. Mikrobiološka kakvoća mliječnih proizvoda iz individualnog sektora proizvodnje na zagrebačkom tržištu. Mljekarstvo, 42, 3: 215-219

ZAHVALA

Zahvaljujem se mentorici doc. dr. Andreji Čanžek Majhenič za vso strokovno pomoč, nasvete in prijazne besede.

Za pomoč pri praktičnem delu in pregledu diplomske naloge se zahvaljujem somentorju prof. dr. Bogdan Perku.

Doc. dr. Barbari Jeršek gre zahvala za strokoven pregled dela.

Iskrena hvala družini, ki mi je omogočila študij, ter mi ves čas stala ob strani.

Najlepše pa se zahvaljujem partnerju Urošu, za vso izkazano pomoč, podporo in za vse lepo preživete trenutke tekom študija. Hvala tudi sinčku Lanu, ki je moj glavni vir energije.

Nenazadnje pa gre zahvala tudi prijateljem za vse prijetne trenutke v času študija.