

<sup>1</sup> PREDRAG D. PUĐA  
<sup>2</sup> MIRA M. RADOVANOVIĆ  
<sup>2</sup> VOJIN T. STARČEVIĆ

<sup>1</sup> Poljoprivredni fakultet,  
 Beograd

<sup>2</sup> „Polimark”, Beograd

637.03:637.148

## POSTUPAK PROIZVODNJE KAJMAKA TRADICIONALNOG KVALITETA U USLOVIMA INDUSTRIJSKOG NAČINA RADA

Kajmak je naš ekskluzivni tradicionalni mlečni proizvod. Izrađuje se u seoskim domaćinstvima na tradicionalni način postupkom koji traje oko 24 h, a koji u svom izvornom obliku nije pogodan za industrijsku primenu.

U radu je predstavljen postupak industrijske proizvodnje kajmaka koji je razvijen u kompaniji „Polimark” na osnovu zaštićene tehnologije. Tehnološki postupak obezbeđuje dobijanje proizvoda visokog i standardnog kvaliteta, koji se ni po čemu ne razlikuje od kajmaka dobijenog tradicionalnim postupkom. Svi procesi zastupljeni u postupku proizvodnje prisutni su i u tradicionalnoj proizvodnji, ali je način njihove primene korigovan kako bi se uvažili zahtevi savremenog načina rada u industrijskim uslovima.

Postupak pruža niz prednosti u odnosu na tradicionalni način izrade. Izdvajaju se višestruko skraćene vremene proizvodnje, bakteriološka ispravnost proizvoda, industrijski način rada i široke mogućnosti u korišćenju preostalog mleka.

**Ključne reči:** kajmak • postupak industrijske proizvodnje • hladna aglutinacija

### UVOD

Kajmak je naš tradicionalni delikatesni mlečni proizvod i predstavlja jedan od simbola naše poljoprivrede.

Adresa autora:

Prof. dr Predrag Puđa, Poljoprivredni fakultet  
 Univerziteta u Beogradu, Zemun, Nemanjina 6  
 tel: 011 261 5315 • fax: 011 199 711  
 e-mail: pudja@agrifaculty.bg.ac.yu

Proizvodi se u seoskim domaćinstvima, tradicionalnim postupkom koji je detaljno opisan (1–3). Izuzetan kvalitet kajmaka i njegova ekskluzivnost motivisali su brojne stručnjake da iznalaze adekvatna tehničko – tehnološka rešenja koja bi omogućila osavremenjavanje njegove proizvodnje i plasmana. Bilo je više pokušaja (4–6) da se proizvodnja kajmaka unapredi i da se uvede u industrijsku proizvodnju. Međutim, svi dosadašnji pokušaji ostali su bez pravog rezultata.

Patent (7) koji je vlasništvo kompanije „Polimark” predstavlja osnovu na kojoj je razvijen prikazani tehnološki postupak proizvodnje. Postupak, primenom industrijskih metoda rada, omogućava uspešnu proizvodnju kajmaka tradicionalnog kvaliteta visokog i standardizovanog kvaliteta (8).

### TRADICIONALNI NAČIN PROIZVODNJE KAJMAKA

Kajmak je veoma cenjen mlečni proizvod koji se tradicionalno proizvodi u izvesnim područjima Balkana, Male Azije i Bliskog istoka (1,3). Autohtona proizvodnja obavlja se isključivo u maloj i neorganizovanoj domaćoj radinosti u velikom broju domaćinstava.

Proces proizvodnje tradicionalnog kajmaka bazira se na površinskoj aktivnosti kuvanog mleka, na čijoj površini, posle zagrevanja i razlivanja u otvorenim plitkim posudama, dolazi do formiranja inicijalne pokožice (9). Ovaj proces zavisi od različitih faktora, a neki od njih, kao što su temperatura mleka, vlažnost i temperatura okolnog vazdu-

ha, kao i temperaturna razlika mleka i vazduha, su odlučujući. Nakon formiranja inicijalne pokožice počinje proces laganog hlađenja zaključno do temperature od oko 10–15°C. U tom periodu dolazi do isplivavanja masti iz dubljih slojeva mleka i inkorporacije u već formiranu pokožicu, formirajući tanak sloj, poznat kao kajmak u Srbiji, Bosni i Hercegovini i Makedoniji, ili kao skorup u Crnoj Gori. Formirani kajmak se skida sa površine mleka, slojevito se slaže i soli u odgovarajućim, najčešće drvenim, posudama (3). Kajmak se proizvodi i skuplja svaki dan na isti način, dok se posuda ne napuni, a zatim se ostavlja da zri. Izrada kajmaka traje oko 24 časa, a proces zrenja najmanje mesec dana. U zrenju tradicionalno proizvedenog kajmaka učestvuje mikroflora čije poreklo nije kontrolisano (2).

### KARAKTERISTIKE KAJMAKA

Kajmak je specifičan mlečni proizvod koji se svojim karakteristikama i načinu upotrebe nalazi između sira i maslaca. Proizvodi se od kravljeg, ovčijeg ili mešanog mleka. Na tržištu se pojavljuje kao mlad, bez zrenja ili kao zreo.

Mladi kajmak je proizvod koji je spreman za konzumiranje odmah nakon proizvodnje i ima rok trajanja oko 1–2 nedelje. Osnovne karakteristike mladog kajmaka (9) su: maziva konzistencija, slojevita struktura, boja slonovače do blede žute (što zavisi od mleka od kojeg je proizveden), prijatnog ukusa koji podseća na kuvano mleko. Prema Pravilniku (10) mladi kajmak mora da

sadrži najmanje 65% mlečne masti u suvoj materiji i najmanje 60% suve materije.

Zreo kajmak nastaje nakon odgovarajućeg perioda anaerobnog zrenja. Tada dolazi do vrlo značajnih fizičkih i hemijskih promena, pre svega na mastima i proteinima, i stvaranja zrnaste strukture tipične za zreo kajmak. Ove promene su praćene stvaranjem intenzivnog ukusa i mirisa specifičnog i prepoznatljivog za zreo kajmak, što je prvenstveno rezultat razvoja karakteristične mikroflore. Zrenje traje jedan ili više meseci, a kajmak sa pravilno izvedenim procesom zrenja može imati rok čuvanja šest meseci i duže.

Prosečan hemijski sastav zrelog kajmaka iznosi: 65–70% suve materije, 50–60% mlečne masti, 6–7% proteina, 1,5–2,5% NaCl. Prema našem Pravilniku o kvalitetu mleka (10) zreo kajmak mora da sadrži najmanje 75% mlečne masti u suvoj materiji i najmanje 65% suve materije.

#### TEHNOLOŠKA I HIGIJENSKO-SANITARNA OGRANIČENJA U TRADICIONALNOJ PROIZVODNJI KAJMAKA

Postupak proizvodnje kajmaka tradicionalnim načinom sadrži niz detalja koji u procesnom smislu predstavljaju realne rizike po higijensko-toksikološku ispravnost i kvalitet finalnog proizvoda. Stoga nije čudno što značajan broj uzoraka kajmaka proizvedenih tradicionalnim postupkom ne ispunjavaju higijensko-toksikološke norme propisane za ovu grupu proizvoda. Razmatrajući postupak proizvodnje ustanovili smo sledeće tačke koje su, po našem mišljenju, rizične i mogu dovesti do pada kvaliteta, a u pojedinim slučajevima mogu uzrokovati i neispravnost proizvoda.

1. Suština procesa stvaranja kajmaka u fizičkom smislu ogleda se u permanentnom kontaktu mleka sa strujom okolnog vazduha posredstvom velike površine. Ova okolnost direktno utiče na bakteriološku sliku kajmaka. Vazduh se u uslovima tradicionalne proizvodnje ne kondicionira, već sa mlekom dolazi u kontakt u svom izvornom obliku, opterećen svojom kontaminacijom čiji nivo je određen lokalnim uslovima.

2. Interval proizvodnog ciklusa u toku kojeg temperatura mleka opada od temperature ključanja do oko 10–15°C traje oko 24 h. Ovako dug period postepenog hlađenja mleka pogoduje spontanom razvoju mikroflore. To je posebno potencirano dugim zadržavanjem mleka na umerenim temperaturama, kada je razmnožavanje bakterija najintenzivnije. Bakteriološka slika formiranog kajmaka i preostalog mleka realno se ne može kontrolisati. Velikim delom ona zavisi od kvaliteta sirovog mleka. Međutim, ne može se zanemariti ni uticaj naknadne kontaminacije.
3. Dalja manipulacija sa kajmakom je manuelnog karaktera i takođe je potencijalni izvor kontaminacije.
4. Kajmak proizveden u tradicionalnim uslovima je po završenom proizvodnom ciklusu opterećen velikim brojem kontaminenata, bez obzira na njihovu strukturu, tako da bi, po našem mišljenju, korišćenje startera po završenom procesu dalo slab efekat.

#### TEHNOLOŠKI PRISTUP PROIZVODNJI KAJMAKA TRADICIONALNIH KARAKTERISTIKA U CILJU POBOLJŠANJA PARAMETARA KVALITETA

U razvoju tehnološkog postupka proizvodnje kajmaka pošli smo od zahteva kvaliteta koje treba ostvariti u gotovom proizvodu, s jedne strane, i od tehnoloških ograničenja elaboriranih u prethodnom tekstu, s druge.

Za uspešan razvoj industrijskog postupka neophodno je prvo sagledati suštinu nastajanja kajmaka. Osnovni tehnološki zahtevi, kao što je već naglašeno, vezani su za površinu mleka, odnosno za kontakt dve faze – faze mleka i faze vazduha, kao i za sporo formiranje kajmaka na površini mleka koje miruje.

Površinski kontakt mleka sa okolnim vazduhom, indukovani površinskim pojavama, dovodi do koncentrisanja površinski aktivnih komponenata u graničnom sloju mleka i vazduha. Nosioci površinske aktivnosti u mleku su mlečna mast (masne kapi imaju izraženu površinsku aktivnost zahvaljujući svom adsorpcionom sloju) i u manjoj meri

proteina mleka (11). Usled porasta koncentracije površinski aktivnih komponenata u površinskoj zoni mleka dolazi do njihove agregacije i potom do svojevrsnog oblika koagulacije, što rezultira nastankom pokožice. Bitni elementi nastajanja pokožice su: a) stacionarno stanje mleka, b) razlika u temperaturi mleka i okolnog vazduha i c) relativna vlažnost vazduha.

- a) Ukoliko se mleko konstantno meša ne dolazi do formiranja pokožice. Nasuprot tome, vruće mleko u stanju mirovanja lako formira pokožicu.
- b) Uslovi za nastanak pokožice postoje sve dok se mleko u ambijentu sobne temperature vazduha ne ohladi ispod 50°C. Međutim, ako se mleko sa 50°C unese u zamrzivač, tada se na njegovoj površini stvara stabilna pokožica. Ovakvo ponašanje mleka upućuje na zaključak da je pokretačka sila nastajanja pokožice razlika u temperaturi mleka i okolnog vazduha.
- c) Relativna vlažnost vazduha je takođe bitan element nastajanja kajmaka. Ako se vruće mleko nalazi u poklopljenom sudu ne dolazi do formiranja pokožice. Nasuprot tome, ukoliko iznad otvorenog suda sa vrućim mlekom struji vazduh nastala pokožica je znatno bogatija i čvršća.

Da bi razumeli razlog dugog vremena nastajanja kajmaka, neophodno je da se potpunije upoznamo sa mehanizmom njegovog nastajanja. Ako detaljnije posmatramo strukturu kajmaka uočićemo da se kajmak sastoji iz dva relativno jasno izdiferencirana sloja:

- gornji sloj, koji je u kontaktu sa vazduhom, čvrst, kompaktno, blago sasušeno, sa visokom suvom materijom i
- donji sloj, koji je u kontaktu sa mlekom, mekan, rastresit, sa uklopljenom tečnom fazom.

Priroda nastanka ova dva dela (dva sloja) kajmaka je potpuno različita.

Gornji sloj nastaje u toku tople faze stvaranja kajmaka, kao rezultat površinskih fenomena, usled razlike u temperaturi mleka i vazduha i parcijalnog pritiska vodene pare u vazduhu iznad mleka.

Donji sloj kajmaka nastaje u toku hladnog stasavanja kajmaka. Stvara se

kao rezultat fenomena hladne aglutinacije, što je specifično agregiranje masti i u manjoj meri proteina nastalo verovatno usled imunohemijskih reakcija između komponentata adsorpcionog sloja masnih kapi i imunoglobulina mleka (12–14).

Analizirajući ova dva procesa uočili smo da se oni mogu pojedinačno posmatrati, te da se mogu pojedinačno i optimizirati.

Pri optimizaciji nastajanja gornjeg sloja bitni elementi su parametri stanja vazduha, temperatura i sastav mleka.

Nastajanje donjeg sloja kajmaka je do sada praktično neizučavani fenomen. Prema našim saznanjima, važniji parametri stasavanja donjeg sloja kajmaka su koncentracija i karakter masti u sloju mleka u neposrednom dodiru sa kajmakom u nastajanju (usled isplivavanja masti stvara se sloj izdvojene pavlake), temperatura mleka ispod kajmaka i sastav prethodno formirane pokožice (gornjeg sloja kajmaka).

Nastajanje gornjeg i donjeg sloja kajmaka su procesi koji su, kao što je istaknuto, potpuno različite prirode, javljaju se u različitim uslovima i u tradicionalnoj proizvodnji kajmaka su vremenski razdvojeni. Gornji sloj kajmaka se stvara u periodu izražene razlike u temperaturi mleka i okolnog vazduha, dok se intenzivno stasavanje donjeg sloja kajmaka javlja tek posle hlađenja mleka. Imajući u vidu intenzitet hlađenja mleka u tradicionalnoj proizvodnji kajmaka, jasno je da se vremenska distanca između nastajanja gornjeg i donjeg sloja kajmaka meri satima.

Vreme hlađenja mleka se u tradicionalnoj proizvodnji kajmaka ne može bitnije smanjiti, jer u toku dugotrajnog hlađenja mleka dolazi do koncentrovanja masti iz nižih slojeva u gornju zonu mleka, što je jedan od preduslova stvaranja donjeg sloja kajmaka.

Analizirajući iznete stavove došli smo do sledećih zaključaka:

- Kompletno dešavanje u nastajanju kajmaka (i gornjeg i donjeg sloja) vezano je za površinsku zonu mleka. Ostatak mleka uključen u dobijanje kajmaka ima samo kapacitivni karakter, čime se obezbeđuje prisustvo dovoljne količine mlečne masti za stasavanje kajmaka.
- Nastajanje gornjeg i donjeg sloja kajmaka mogu se i fizički razdvojiti jer ne utiču jedan na drugi (osim kroz uticaj sastava i strukture gornjeg sloja

na tok nastajanja donjeg sloja, čime se može upravljati putem kontrole nastajanja gornjeg sloja).

- Za nastajanje gornjeg sloja kajmaka dovoljna je veoma mala visina mleka, jer je ovaj sloj kajmaka relativno tanak i konzumira manje od trećine ukupne masti kajmaka.
- Za nastajanje donjeg sloja kajmaka bitna je koncentracija masti u sloju mleka koji je neposredno u kontaktu sa nastalom pokožicom (budućim gornjim slojem kajmaka). Porast sadržaja masti u gornjoj zoni mleka je rezultat isplivavanja masti u toku dugotrajnog procesa stasavanja kajmaka. U tom smislu, količina mleka ispod kajmaka je značajna samo u kapacitivnom smislu.
- Ukoliko se po završenom formiranju gornjeg sloja kajmaka izvrši korekcija sastava mleka u pravcu njegovog obogaćenja mašću, tada se količina mleka (pavlake) ispod kajmaka može višestruko smanjiti, jer i mala količina pavlake će imati potreban kapacitet u pogledu količine masti za potpuno stasavanje kajmaka. Istovremeno, mala količina mleka (pavlake) ispod kajmaka može se znatno brže ohladiti, čime se višestruko može skratiti vreme stasavanja kajmaka.
- Skraćivanje vremena proizvodnje kajmaka je ključni elemenat postizanja mikrobiološke ispravnosti i kajmaka i preostalog mleka.

Na osnovu prethodno iznetih zaključaka formirali smo tehnološki postupak industrijske proizvodnje kajmaka (šema 1), koji je sastavni deo patentne prijave (7).

U toku perioda tople inkubacije i hladne aglutinacije, površinu mleka, odnosno formirane pokožice, opstrujava prinudnom cirkulacijom hladan vazduh kontrolisane temperature i relativne vlažnosti.

Ovako koncipiran tehnološki postupak proizvodnje kajmaka obezbeđuje sve preduslove za njegovu industrijalizaciju. U toku nastajanja kajmaka u celosti se realizuju procesi koji su prisutni u tradicionalnoj proizvodnji kajmaka. Ali oni se realizuju različitim metodama, što se posebno uočava u optimizaciji brzine stvaranja inicijalne pokožice, kao i u načinu koncentrisanja mlečne masti kao preduslova za realizaciju procesa hladne aglutinacije.

Realizacijom opisanog tehnološkog postupka proizvodnje dobija se kajmak

koji se po svim svojim senzornim karakteristikama suštinski ne razlikuje od tradicionalno proizvedenog kajmaka. Odlikuju ga:

- tipična slojevita struktura koja zrenjem postepeno prelazi u zrnastu;
- boja u nijansama od boje slonovače do svetlo žute, koja zrenjem prelazi u dominantno žutu boju;
- ukus i miris tipični, koje kod mladog kajmaka odlikuje izražena nota na kuvano mleko i na pavlaku, a koji se kod zrelog kajmaka, zahvaljujući pažljivom odabiru kultura, razvijaju u tipičan ukus i miris zrelog kajmaka.

Veoma nizak nivo kontaminacije kajmaka čini da se zreo kajmak odlikuje „čistim“ ukusom i posebno „čistim“ mirisom, što često nije slučaj kod tradicionalnog kajmaka koji je po pravilu znatno više opterećen kontaminacijom.

Predloženi tehnološki postupak se odlikuje nizom prednosti koje bi se mogle sumirati u sledećem:

- Vreme proizvodnje iznosi samo oko 3 h i u odnosu na tradicionalnu proizvodnju (oko 24 h) skraćuje se oko osam puta.
- Površina mleka, odnosno kajmaka, tretira se kondicioniranim vazduhom, tako da se eliminiše mogućnost rekontaminacije iz vazduha.
- Kratko ukupno vreme proizvodnje i posebno veoma kratko vreme hlađenja praktično potpuno onemogućavaju razvoj mikroflora kako u kajmaku, tako i u preostalom mleku.
- Proizvedeni kajmak je u bakteriološkom pogledu potpuno ispravan, kako kao mladi, tako i kao zreo kajmak.
- Postupak proizvodnje može se efikasno kontrolisati, čime se omogućava precizna standardizacija kajmaka u pogledu:
  - osnovnog hemijskog sastava kajmaka;
  - strukture i reoloških karakteristika kajmaka;
  - profila ukusa i mirisa kajmaka.
- Preostalo mleko i preostala pavlaka su u bakteriološkom i hemijskom pogledu sirovine koje se mogu koristiti za proizvodnju najvećeg broja mlečnih proizvoda.

Obrano mleko dobijeno obiranjem pavlake za potrebe proizvodnje kajmaka uopšte ne učestvuje u procesu proizvodnje kajmaka. Na ovaj način veliki



Šema 1. ŠEMATSKI PRIKAZ INDUSTRIJSKOG POSTUPKA PROIZVODNJE KAJMAKA  
 Scheme 1. PROCEDURE OF THE KAJMAK PRODUCTION ON INDUSTRIAL SCALE

deo mleka realno potreban za proizvodnju kajmaka se praktično može usmeravati u proizvodnju bilo kog mlečnog proizvoda.

## ZAKLJUČAK

Kajmak je naš veoma značajan tradicionalni mlečni proizvod koji, zbog nepostojanja standardizovane industrijske proizvodnje, do danas nije našao svoje pravo mesto u našem mlekarstvu.

Predloženi tehnološki postupak omogućava brzu industrijalizaciju proizvodnje kajmaka na ekonomski opravdanim osnovama i otvara prostor za uključivanje ovog našeg ekskluzivnog mlečnog proizvoda u red važnijih izvoznih artikala naše poljoprivredne proizvodnje.

## LITERATURA

1. Pejić, O. (1956): *Tehnologija mleka II deo*. Naučna knjiga, Beograd.
2. Stević, B. (1962): *Tehnološka mikrobiologija stočnih proizvoda i ishrane stoke*. Naučna knjiga, Beograd.
3. Dozet, N., Adžić, N., Stanišić, M., Živić, N. (1996): *Autohtoni mlečni proizvodi*. Poljoprivredni institut, Podgorica.
4. Stević, B. (1954): *Prijava patenta 56/54*. Jugoslovenski zavod za patente, Beograd.
5. Starčević, V. (1988): *Prijava patenta 1594/88*. Jugoslovenski zavod za patente, Beograd.
6. Đorđević, J. (1992): *Postupak za industrijsku proizvodnju mladog kajmaka*. Yu patent 45484. Savezni zavod za intelektualnu svojinu.
7. Puđa, P., Starčević, V., Radovanović, M. (2002): *Postupak industrijske proizvodnje kajmaka tradicionalnog kvaliteta i kajmak dobijen postupkom*. Prijava patenta P-683/02. Savezni zavod za intelektualnu svojinu, Beograd.
8. Puđa, P.D., Radovanović, M.M. (2004): *Industrijska proizvodnja kajmaka – sastav i senzorne karakteristike*. Zbornik radova Simpozijuma: Mleko i proizvodi od mleka, stanje i perspektive, 253–254. Zlatibor.
9. Đorđević, J. (1978): *Kajmak – pitanje klasifikacije i propisa o kvalitetu*. Mlekarstvo, 28,(6), 137–140.
10. Pravilnik o kvalitetu i drugim zahtevima za mleko, mlečne proizvode, kompozitne mlečne proizvode i starter kulture. Službeni list SRJ 26/2002.
11. Đorđević, J. (1987): *Mleko*, Naučna knjiga, Beograd.
12. Walstra, P. Jennes, R. (1984): *Dairy chemistry and physics*. John Willey and Sons, New York.
13. Jelić, S. (1989): *Neki aspekti krioglobulina i njihovog kliničkog značaja*. Disertacija. Medicinski fakultet Univerziteta u Beogradu.
14. Miletić, M. D., Miletić, I. (1997): *Imunohe-mijske metode*. Društvo medicinskih biohemičara Jugoslavije, Beograd.

## SUMMARY

### PRODUCTION PROCEDURE OF THE TRADITIONAL QUALITY KAJMAK IN THE INDUSTRIAL CONDITIONS

<sup>1</sup> Predrag D. Puđa, <sup>2</sup> Mira M. Radovanović, <sup>2</sup> Vojin T. Starčević

<sup>1</sup> Faculty of Agriculture, Belgrade, <sup>2</sup> „Polimark”, Belgrade

Kajmak is our exclusive traditional dairy product. It is made on farms, as a home made product. Traditional procedure lasts about 24 h and it is not suitable in its original form for industrial application.

Procedure of industrial kajmak production reviewed in this work was developed in company „Polimark”, based on patented technology. Technological procedure enables production of standardized, high quality product, which fully matches the characteristics of traditionally produced kajmak. All processes involved in traditional production are also included in presented technology, but the way of their application is modified in order to follow the principles present in production on industrial scale.

Presented procedure has a number of advantages compared to traditional production, such as: massive decrease in production time; high microbiological product quality; industrial process design; and wide range of possibilities in utilisation of remained milk.

**Key words:** kajmak • industrial production procedure • cold • agglutination