

MLJEKARSTVO

LIST ZA UNAPREĐENJE MLJEKARSTVA

God. XVI

FEBRUAR 1966.

Broj 2

Dipl. inž. Stanimir Jokšević i dipl. inž. Vitomir Rakić, Novi Beograd
Institut za mlekarstvo

PROMENE KOJE NASTAJU U KEFIRU SKLADIŠTENOM NA TEMPERATURAMA 5°, 10° I 20° C

I UVOD

Proizvodnja kefira u našoj zemlji je po količini veoma mala, a po vremenu postojanja vrlo mlada. Kefir se proizvodi samo u Centralnoj mlekari u Sarajevu. Prema podacima proizvodnje, prosek dnevnog kapaciteta iznosi oko 1000 litara.

U odnosu na proizvodnju jogurta, koja je prilično raširena u našoj zemlji, proizvodnja kefira kao kiselo-mlečnog napitka daleko zaostaje. U prvim posleratnim godinama proizvodnja jogurta je takođe bila veoma slabo razvijena, ali se s razvojem mlekarstva, sve više širila. Analogno ovome, proizvodnju kefira moramo posmatrati s aspekta razvoja, sticanja navika i budućnosti, jer je kefir upravo takav kiselo-mlečni proizvod koji zaslužuje da mu se u bliskoj budućnosti obrati veća pažnja. Kefir je veoma prijatan, privlačan i zdrav kiselo-mlečni napitak. To je napitak koji po svojim osobinama poseduje raznovrsnost namene, te se može upotrebiti kao namirnica za jelo (veoma važan proizvod u ishrani), kao osvežavajući napitak i kao dijetetsko lekoviti proizvod (1). On poseduje sve osobine dobrog kiselo-mlečnog proizvoda po ukusu i mirisu, lako se vari, a organizam ga lako usvaja. Njegova upotreba utiče na intenzivno lučenje želudačnog soka te poboljšava peristaltiku. Kefir je vrlo koristan za slab i istrošen organizam, malokrvne i obolele od hroničnog katara želuca i kolitisa (2). Dijetetske i lekovite osobine kiselo-mlečnih proizvoda poznate su od davnina. Još početkom XX veka Mečnikov je ukazao na važnost bakterija mlečne kiseline u sprečavanju razvoja truležnih i nekih drugih patogenih bakterija u crevima čoveka, čime one utiču na očuvanje ljudskog zdravlja (3).

II METODOLOGIJA RADA

Pri proučavanju promena koje nastaju u kefiru skladištenom kod 5°, 10° i 20° C postavili smo za cilj ova izučavanja:

- a) tehnološki proces proizvodnje,
- b) skladištenje i ponašanje kefira kod 5°, 10° i 20° C.

Predavanje održano 12. II o. g. na IV Seminaru za mljekarsku industriju pri Prehrambeno-tehnološkom institutu u Zagrebu.

U sklopu navedenih zadataka vršena su ispitivanja sastava sirovine — mleka iz koga je proizveden kefir. Takođe su vršena ispitivanja osobina i promena gotovih proizvoda. U okviru ispitivanja sirovine za proizvodnju kefira, ispitivano je sledeće:

- specifična težina piknometrom,
- opšta kiselost po Thörneru-u,
- aktivna kiselost izražena u pH-a,
- mast u % po Gerber-u,
- viskozitet po Höpler-u (u c. p.),
- suva materija %, direktnom standardnom metodom .

Kefir proizveden po utvrđenom tehnološkom postupku, posle završene fermentacije od 18 časova podelili smo na tri grupe i skladištili kod 5°, 10° i 20° C, a zatim svaku grupu ispitivali smo do tri dana starosti svaka 24 časa, a do 7 dana svakih 48 časova. Prema tome, ispitivanja su vršena nakon 18, 42, 66, 90, 138 i 186 časova skladištenja na navedenim temperaturama.

U okviru ovog ispitivanja pratili smo:

- specifičnu težinu piknometrom,
- opštu kiselost po Thörner-u,
- aktivnu kiselost u pH-a,
- viskozitet po Höpler-u (u c. p.),
- suhu materiju u % standardnom metodom,
- alkohol u 100 ml vođeno alkoholne smeše, u gramima po metodi destilacije i
- ugljenu kiselinu u % po metodi Fresenius - Glassena.

III EKSPERIMENTALNI DEO RADA

Tehnološki proces proizvodnje

Proizvodnja kefira je vršena po sledećem postupku: sirovo mleko je prethodno prečišćeno na centrifugalnom prečištaču. Pasterizacija je vršena u pločastom pasteru na temperaturi od 75° C za vreme od 20 do 30 sekundi, a zatim je mleko hlađeno do 24° C. Pri ovoj temperaturi dodavali smo 5% maje — kulture kefira, koja je pripremljena na bazi kefirnih gljivica u obliku zrnaca (7). Po završenoj inokulaciji mleka kefirnim kulturama, u količini od 5%, fermentacija je vršena u duplikatoru s mešalicom. Fermentacija se odvijala pri temperaturi 18—20° C, za vreme od 18 časova. Posle završene fermentacije potkiseljena masa je razbijana mešalicom. Tako izmešana i homogena masa je putem cevi odvođena u mašinu za punjenje boca i zatvaranje krunskim kapićama. Boce zapremine 300 ml napunjene su s 250 ml kefira, zatim podeljene u tri grupe, kako je to već navedeno, i skladištene.

Maja kefirnih kultura pripremana je na sledeći način: isprana kefirna zrnca prelivali smo mlekom masnoće 3,2% koje je prethodno pasterizovano na 96° C za vreme od 10 minuta i ohlađeno do 24° C. Odnos zrnaca kefirnih gljivica prema mleku bio je 1 : 2.

Mleko s kefirnim zrnacima inkubirali smo pri temperaturi 18—20° C do momenta potkiseljavanja. Zatim smo potkiseljeno mleko stavljali 24 časa u komoru temperature 10° C. Posle 24 časa držanja pri 10° C potkiseljeno mleko smo cedili preko sterilizovanog metalnog cedila u posebnu posudu, a kefirne gljivice smo ponovno prelivali mlekom na napred opisani način. Ovako dobijen kefir, oslobođen od kefirnih zrnaca, koristili smo kao maju u proizvodnji ke-

fira po napred opisanoj tehnologiji. Za proizvodnju kefira upotrebljavali smo 5% ovako pripremljene mase. Opšta kiselost mase u upotrebi kretala se od 88 do 85° T, a aktivna od 4,40 do 4,35 pH-a. Ukupno smo proizveli i ispitivali 10 ogleda kefira.

IV REZULTATI ISTRAŽIVANJA

1. Sastav i osobine mleka

U okviru utvrđivanja sastava i osobina sirovine za proizvodnju kefira, prikazujemo u tabeli 1 prosečne rezultate ovih osobina.

Tabela 1

Specifična težina	procenat masti	ukupna suva materija	suva materija bez masti	opšta kiselost u °T	ukupna kiselost u pH-a	viskozitet u c. p.
1,0313	3,23	11,63	8,40	18,13	6,65	1,8934

Mleko ovakvog sastava upotrebljavali smo za proizvodnju kefira.

S obzirom na činjenicu da u našim uslovima proizvodnje i prometa postoje različiti uslovi skladištenja, mi smo kefir, da bi utvrdili kako se ponaša u različitim uslovima skladištenja, delili u tri grupe. Prvu grupu smo skladištili pri 5° C, drugu pri 10° C, a treću pri 20° C.

2. Sastav i osobine proizvedenog kefira

Posle završene fermentacije kefira, koja je trajala 18 časova, ispitali smo sastav proizvedenog kefira. Prosečne rezultate ovih osobina navodimo u sledećoj tabeli:

Tabela 2

Specifična težina	suva materija u %	opšta kiselost u °T	aktivna kiselost u pH-a	viskozitet u c. p.	količina alkohola u g	količina ugljene kiseline u %
1,01925	11,397	86,30	4,52	21,084	0,119	0,0442

Iz podataka u tabeli vidi se da je specifična težina kefira manja od specifične težine mleka. Smanjenje, u odnosu na mleko, iznosi 1,18%. Takođe je smanjena i suva materija u odnosu na suhu materiju mleka. Ovo smanjenje iznosi 2,07% u odnosu na mleko. Opšta i aktivna kiselost kao i viskozitet su povećani, što je i logično u odnosu na mleko. Iz tabele se takođe vidi da smo pratili količinu alkohola i ugljene kiseline u kefiru. U daljem opisu videćemo dinamiku stvaranja alkohola i ugljene kiseline u kefiru skladištenom na različitim temperaturama u zavisnosti od vremena skladištenja.

3. Fizičke i hemiske promene kefira skladištenog pri 5°, 10° i 20° C

U daljem izlaganju navodimo prosečne podatke za hemiske i fizičke promene kefira nastale pri različitim temperaturama i u različito vreme skladištenja.

3.1. Specifična težina

U tabeli 3 dati su prosečni podaci specifične težine kefir. skladištenog pri različitim temperaturama u različitom vremenskom periodu.

Tabela 3

Kefir skladišten kod	Starost kefir. u časovima					
	18	42	66	90	138	186
5°C	1,0254	1,0216	1,0164	1,0122	1,0108	1,0045
10°C	1,0207	1,0181	1,0103	1,0058	0,9953	0,9815
20°C	1,0192	1,0152	1,00602	1,0001	0,9850	0,9714

Iz podataka u tabeli se vidi smanjenje specifične težine sa starošću kefir. na svim temperaturama skladištenja. Ovo smanjenje, ako se uporedi sa specifičnom težinom mleka, iznosi 2,61% posle 186 časova skladištenja kod 5°C, 4,84% kod 10°C i 5,82% kod 20°C. Iz ovoga možemo izvesti zaključak o uticaju temperature skladištenja na specifičnu težinu kefir. da je temperatura skladištenja 5°C najmanje uticala na smanjenje specifične težine.

3.2. Suva materija

U tabeli 4 navodimo prosečne iznose suve materije kefir. (u%) skladištenog pri različitim temperaturama.

Tabela 4

Kefir skladišten kod	Starost kefir. u časovima					
	18	42	66	90	138	186
5°C	11,390	11,300	11,210	11,110	11,025	10,910
10°C	11,390	11,164	10,989	10,878	10,737	10,560
20°C	11,390	11,113	10,891	10,754	10,605	10,427

Na osnovu iznosa vrednosti navedenih u tabeli možemo zaključiti:

- da postoji kod svih temperatura pravilno smanjenje suve materije sa starošću kefir.;
- da je najveće smanjenje suve materije u kefiru skladištenom kod 20°C posle 186 časova, i da je ona 10,40% manja u odnosu na suhu materiju mleka.

3.3. Opšta kiselost u ° Thörner-a

Prosečne vrednosti opšte kiselosti kefir. navodimo u tabeli 5.

Tabela 5

Kefir skladišten kod	Starost kefir. u časovima					
	18	42	66	90	138	186
5°C	86,30	92,00	96,40	99,80	104,00	109,50
10°C	86,30	101,00	108,60	118,20	128,50	138,60
20°C	86,30	109,40	120,50	133,40	146,90	158,70

Podaci tabele opšte kiselosti kefir. pokazuju sledeće:

- da je opšta kiselost kefir. skladištenog kod 5°, 10° i 20° C u stalnom porastu u toku skladištenja do 186 časova;

- da je intenzitet opšte kiselosti najmanje ispoljen u kefiru skladištenom kod 5° C, zatim da je veća kod 10° C, a najveća u kefiru skladištenom kod 20° C;
- organoleptičkim ocenjivanjem utvrđeno je da u kefiru skladištenom kod 5° i 10° C ne dolazi do pojave sinereze. Ova pojava je ispoljena u kefiru skladištenom kod 20° C, i
- da u kefiru skladištenom kod 20° C dolazi do aglomeracije belančevina i stvaranje njihovih vidljivih skupina te, u zajednici sa izdvojenom surutkom, s aspekta fizičkog stanja predstavlja proizvod koji nije za upotrebu.

3.4. Aktivna kiselost u pH-a

U tabeli 6 navodimo prosečne rezultate aktivne kiselosti kefiru skladištenog na različitim temperaturama.

Tabela 6

Kefir skladišten kod	Starost kefiru u časovima					
	18	42	66	90	138	186
5°C	4,52	4,47	4,41	4,38	4,30	4,18
10°C	4,52	4,38	4,18	4,11	4,02	3,90
20°C	4,52	4,37	4,14	4,02	3,90	3,76

Na osnovu podataka o vrednostima iznosa aktivne kiselosti u kefiru skladištenom na različitim temperaturama možemo zaključiti sledeće:

- da vrednosti aktivne kiselosti rastu u svim uzorcima skladištenim kod kod 5°, 10° i 20° C;
- da je najmanji porast aktivne kiselosti ispoljen u kefiru skladištenom kod 5° C i da iznosi posle 186 časova 4,18 pH-a, zatim po intenzitetu dolazi kefir skladišten kod 10° C sa 3,90 pH-a. Kefir skladišten kod 20° C je najizraženiji i njegov pH-a iznosi 3,76.

3.5. Viskozitet po Höppler-u

U tabeli 7 navodimo prosečne vrednosti viskoziteta u c. p.

Tabela 7

Kefir skladišten kod	Starost kefiru u časovima					
	18	42	66	90	138	186
5°C	21,084	22,382	25,432	28,625	31,459	37,633
10°C	21,084	23,360	27,292	34,630	44,284	61,343
20°C	21,084	27,103	35,618	42,722	53,998	62,332

Na osnovu podataka navedenih u tabeli možemo zaključiti sledeće:

- da su u svim uzorcima kefiru skladištenim kod 5°, 10° i 20°C vrednosti viskoziteta u stalnom porastu;
- da uporedno s povećanjem viskoziteta ne raste i ne poboljšava se kvalitet kefiru.

Povećanje viskoziteta delimično utiče na poboljšanje kvaliteta i to samo u određeno vreme i određenoj temperaturi.

U našim ogledima, povećanje viskoziteta povoljno je uticalo na opšti kvalitet proizvoda samo u slučaju kefira skladištenog kod temperature 5°C i to do 66 časova njegovog skladištenja. Posle toga, sa povećanjem viskoziteta opao je kvalitet kefira.

Prema našim organoleptičkim ocenama, povećanje viskoziteta u kefiru skladištenom kod 10 i 20°C nepovoljno je uticalo na kvalitet. Kefir je kiselij, pahuljice belančevina su krupnije i grublje. U kefiru skladištenom kod 10°C posle 66 časova i kefiru skladištenom kod 20°C odmah posle 18 časova, usled više kiselosti, nastaje stvaranje skupina belančevina. Ova pojava, uglavnom, utiče na povećanje apsolutne vrednosti viskoziteta.

3. 6. Količina alkohola

U tabeli 8 navodimo prosečne rezultate o količinama alkohola u 100 ml vodeno-alkoholne smeše (u gramima) u kefiru skladištenom kod 5°, 10° i 20°C.

Tabela 8

Kefir skladišten kod	Starost kefira u časovima					
	18	42	66	90	138	186
5°C	0,119	0,280	0,375	0,430	0,565	0,730
10°C	0,119	0,298	0,364	0,459	0,632	0,930
20°C	0,119	0,125	0,187	0,221	0,257	0,319

Iz podataka tabele možemo izvesti zaključak da u procesu stvaranja kefira, odnosno fermentacije, i kasnije za vreme njegovog skladištenja nastaju određene količine alkohola i da su one u stalnom porastu u svim uzorcima proizvoda skladištenim na navedenim temperaturama. Međutim, zapaža se da je najveće stvaranje alkohola ispoljeno u uzorcima skladištenim pri 10°, nešto manje pri 5°C, a najmanje pri 20°C.

3. 7. Količina ugljene kiseline u ‰

Vrednosti prosečnih iznosa ugljene kiseline navodimo u tabeli 9.

Tabela 9

Kefir skladišten kod	Starost kefira u časovima					
	18	42	66	90	138	186
5°C	0,04421	0,07034	0,09661	0,12330	0,14892	0,18680
10°C	0,04421	0,08658	0,10649	0,14646	0,24176	0,44267
20°C	0,04421	0,05276	0,05718	0,06354	0,06608	0,07428

V DISKUSIJA

Priroda kefira u znatnoj meri zavisi od uslova pod kojima nastaje njegova fermentacija. Među najvažnije uslove proizvodnje ubrajaju se higijena i temperatura. Temperatura fermentacije, a tako isto i vreme, imaju značajnu ulogu u ispravnosti sprovođenja tehnološkog procesa. Od temperature zavisi intenzitet kako mlečno-kiselog tako i alkoholnog vrenja. Visoka temperatura pogoduje i utiče na brzi razvoj mikroorganizama mlečno-kiselog, ali ne i alkoholnog vrenja. Niže temperature deluju suprotno. One stimulišu razvoj mlečno-kiselih bakterija, a nisu povoljne za razvoj kvasaca. Usled toga se na rela-

tivno višim temperaturama dobija kiseliji kefir s malim sadržajem alkohola i ugljene kiseline. Smanjenjem temperature ispod 15°C stvaraju se uslovi za intenzivnije alkoholno vrenje, u poređenju s mlečno-kiselim. U takvom kefiru stvara se relativno malo mlečne kiseline, ali, usled većeg alkoholnog vrenja, kefir sadržava dosta alkohola i ugljene kiseline. Kod kefirnog vrenja u mleku se, pre svega, razlaže mlečni šećer u količini od 20 do 25%. Što je vrenje intenzivnije i što duže traje, to se razlažu veće količine laktoze (5).

U našim ogledima najintenzivnije razlaganje laktoze ispoljeno je u procesu stvaranja kefira, odnosno za prvih 18 časova. Zatim, sa smanjenjem temperature intenzitet opada. Međutim, treba istaći da u toku zrenja i skladištenja kefira pri 5°C, za vreme od 186 časova povećaje se opšta i aktivna kiselost. Ovo povećanje nastaje i kod 10°C i 20°C. Porast kiselosti posle 186 časova u odnosu na kiselost posle 18 časova izgleda ovako:

a) opšta kiselost kefira skladištenog kod 10°C povećala se za 60,6%, a kod 20°C za 83,89% i

b) aktivna kiselost kefira skladištenog kod 10°C porasla je za 13,47%, a kod 20°C 16,9%.

Količina alkohola u kefiru takođe se menja zavisno od temperature. Povećanje količine alkohola u našim ogledima posle 186 časova skladištenja bilo je sledeće: u kefiru skladištenom pri 5°C za 613%, pri 10°C za 781%, a pri 20°C za 268%, u odnosu na količinu alkohola posle 18 časova. Količina ugljene kiseline se takođe menja u zavisnosti od temperature. U našim ogledima to povećanje posle 186 časova, bilo je: u kefiru skladištenom kod 5°C 422,52%, kod 10°C 1001,28%, a kod 20°C skladištenja 168,01%. Specifična težina kefira za vreme skladištenja ispoljila je tendenciju stalnog opadanja. Ovo opadanje za vreme skladištenja od 186 časova, u poređenju sa 18 časova, iznosilo je: u kefiru kod 5°C 2,04%, kod 10°C 3,85%, a kod 20°C skladištenja 4,90%.

Pojava smanjene specifične težine kefira može se objasniti pojavom određene količine alkohola, ugljene kiseline, lako isparljivih kiselina i drugih materija. S obzirom na specifičnu težinu tih materija, sasvim je razumljivo da njihovo prisustvo u kefiru prouzrokuje smanjenje njegove specifične težine. U procesu izrade kefira i u toku skladištenja kod 5°, 10° i 20°C, u kefiru je bilo stalno ispoljeno povećanje koeficijenta unutrašnjeg trenja. S obzirom na stvorene količine alkohola i ugljene kiseline, teoretski je trebalo da vrednost koeficijenta unutrašnjeg trenja opada. Međutim, i pored stvaranja proizvoda razlaganja s nižom specifičnom težinom i manjim koeficijentom unutrašnjeg trenja, viskozitet kefira se nije smanjivao, već se naprotiv sa starošću do 186 časova stalno povećavao. Uzajamno privlačenje molekula gasa jednako je povećanju spoljnog pritiska na izvesnu veličinu. Ovaj dodatni pritisak naziva se unutrašnjim pritiskom. Prema Van-der Valsu on zavisi od prirode gasa i povećava se, upravo proporcionalno kvadratu njegove koncentracije (6).

Voda, alkohol i razni eteri su baš tečnosti s malim viskozitetom. Viskozitet treba posmatrati kao pojavu unutrašnjeg trenja tečnosti pri njihovom kretanju, koje nastaje kao rezultat sila privlačenja među molekulama tečnosti (6).

U našim ogledima, vrednosti viskoziteta kefira skladištenog kod 5°, 10° i 20° C to potvrđuju. Vrednosti viskoziteta uzoraka kefira starog 42, 66, 90, 138 i 186 časova su uvek različite kod raznih temperatura skladištenja. One su uvek veće u uzorcima skladištenim pri višim temperaturama. Tako npr., u odnosu na viskozitet kefira skladištenog kod 5° C vrednost viskoziteta kod 10° C

je veća za 63%, a skladištenog kod 20° C za 65%. Veće vrednosti koeficijenta unutrašnjeg trenja u svim uzorcima kefir, pokušaćemo da razjasnimo uz pomoć primene formule Stoks-a. Ako u tečnu sredinu, koja se nalazi u nekom sudu s određenom gustinom, pustimo kuglicu određene težine, koja je veća od gustine tečnosti, kuglica će pasti na dno. Pri tome, brzina kretanja kuglice biće ubrzana samo u prvom momentu, zatim će sila unutrašnjeg trenja tečnosti, koja vrši protupritisak na kretanje kuglice, izjednačiti težinu kuglice i tečnosti te će i brzina kretanja kuglice biti ujednačena. Veza između protupritisaka sredine, koeficijenta viskoznosti, prečnika kuglice i brzine njenog padanja su komponente koje određuju viskoznost tečnosti, u ovom slučaju kefir.

Podaci naših ispitivanja pokazuju da se za vreme skladištenja kefir, do 186 časova smanjuje količina suve materije. To smanjenje u odnosu na kefir star 18 časova iznosi: kod 5° C 0,48%, kod 10° C 0,83%, a kod 20° C 0,87%.

VI ZAKLJUČAK

Na osnovu proučavanja kefir i rezultata dobijenih iz tih proučavanja, možemo izvesti sledeće zaključke:

1. kvalitet finalnog proizvoda u osnovi je zavisao od kvaliteta sirovine;
2. za potpuniji sadržaj ukusno-mirisnih i fizičkih osobina, veoma je važan termički režim i vreme skladištenja kefir;
3. temperatura i dužina skladištenja gotovog proizvoda su od presudnog značaja za očuvanje njegovog kvaliteta. Naša ispitivanja su pokazala da kefir skladišten kod 5° C može da se očuva najduže 5 dana. Trajnost kefir skladištenog kod 10° C iznosi 3 dana, a kod 20° C kefir se ne može skladištiti;
4. sa starošću kefir opadaju vrednosti specifične težine suve materije, dok vrednosti opšte i aktivne kiselosti, viskoziteta, alkohola i ugljene kiseline rastu. S povećanjem viskoziteta ne poboljšava se kvalitet proizvoda već naprotiv opada;
5. ovaj rad, iako je prvi ove vrste kod nas, predstavlja doprinos u razrešenju nekih problema proizvodnje kefir. Kao takav ima praktičnu vrednost, a sem toga predstavlja doprinos nauci iz ove oblasti.

LITERATURA:

1. Schulz M. E. — Die Technologie von sauern Milcherzeugnissen, insbesondere der Sauermilcharten und Sauerrahmarten. — Milchwissenschaft No. 9/1963.
2. Pankova A. — Kultiviranje kefirnih grybkov, Moločnaja promyšlennostj No 1/1957.
3. Bogdanov V., Bannikova L. — Podbor moločnokislih bakterij dlja proizvodstva kislomoločnyh produktov; Moločnaja promyšlennostj No 10/1957.
4. Hručkovič V., Hručkovič A. — Izučeniye biologiji kefirnogo grybka; Moločnaja promyšlennostj, No 12/1959.
5. Zajkovskij Ja. S. — Himija i fizika moloka i moločnyh produktov; 1950.
6. Kilman A. G. — Fizičeskaja i koloidnaja himija; 1957.
7. Maksimova A. — O prigotovljeniji kefir na čistih kulturah; Moločnaja promyšlennostj No 7/1960.
8. Soboleva V. — Primeneniye novih metodov vyrabotki kefir i tvoroga; Moločnaja promyšlennostj No 3/1964.
9. Koroleva N. — Pričiny obrazovanija glazkov v kefire; Moločnaja promyšlennostj No 12/1960.
10. Berezovskaja A. — O porokah grybkov i pričinah gazoobrazovanija v kefire; Moločnaja promyšlennostj No 8/1960.