

Ta su ispitivanja pokazala:

— da je vitamin C bio jednolično umiješan u sladolednu masu:

— da je dodavanje jednostavno i da mnogo ne otežava redovni proizvodni postupak, i napokon;

— da se vitamin C dobro održava u sladoledu, jer čak i nakon mjesec dana otkako je dodan, nije bilo znatnijih gubitaka (tab. 3).

Budući da su djeca i omladina najveći potrošači sladoleda, smatramo da je vitaminizacija krem sladoleda probitačna. Sladoled treba da bude izvor najprobavljivijih hranjivih sastavina i poboljšana vitaminizacija prehrane — a ne samo poslastica koja osvježuje!

L i t e r a t u r a

1. Promjene količine vitamina C u mlijeku domaćeg simentalca u toku dana, godine i laktacije. Panić B.
Zbornik radova Poljoprivrednog fakulteta, Beograd 4, N° 2(1956)
2. Dokazivanje sinteze vitamina C kod mliječnih krava.
(Evidence of the synthesis of vitamin C by dairy cows. (Wallis, G. C. J. Dairy Sci, 26, 1943.
3. O nekim faktorima koji utječu na sadržinu vitamina C u mlijeku.
(O nekatorih faktorah, vlijanjivših na sadržanije vitamina C v moloke) Davidov, R. B. i Guljko, L. E.
Uspehi savremennoj biologii, t. 35 vip 3, 1953.
4. Sadržina vitamina C u kravljem mlijeku
(The vitamin C content of cows milk), Kon, S. K. and Watson, M. B. Biochem J., No 2, 1937.
5. Reducirani i ukupni vitamin C u mlijeku.
(Reduced and total vitamin C in milk) Hand D. B. J. Dairy Sci, 26, No 1, 7, 1943.
6. Ice Cream, Sabadoš D.
Mljekarstvo, Zagreb, 7, No 4, 73 (1957)
7. Tehnološki principi proizvodnje Ice Creama, Sabadoš D.,
Mljekarstvo, Zagreb, 7, No 6, 121 (1957)

Dr Ivica Vujičić, Novi Sad

Poljoprivredni fakultet

Vera Vujičić, Novi Sad

Institut za prehrambenu industriju

Mogućnosti ubrzavanja zrenja sireva

Zrenje sireva predstavlja vremenski najduži proces u njegovoj proizvodnji. Kod pojedinih sireva on je različit, a najčešće se kreće od dva do šest meseci. Dugotrajno zrenje zahteva veće investicije za izgradnju prostorija za zrenje kao i znatno veći utrošak materijala i radne snage oko njegove obrade u toku zrenja. Stoga se s ekonomske tačke gledišta postavlja problem ubrzanja toga procesa.

Ubrzanje zrenja sira predstavlja jedan složen biološki problem od čijeg se uspješnog rešenja može očekivati veliki privredni značaj u mlekarstvu. Već tri decenije se izvode brojni eksperimenti u tom pravcu. Ovom pitanju se obraća naročita pažnja nekoliko poslednjih godina zahvaljujući izvesnim novim teoriskim saznanjima i postignutim uspesima u proizvodnji. U našoj zemlji uglavnom na tome dosad nije rađeno niti je pokušavana proizvodnja

takvih sireva. S obzirom na veliki značaj ovog pitanja za praktičnu primenu želeli smo ovaj problem detaljnije da prikazemo.

Cilj ovog članka jest da se prikažu neke teoriske osnove ubrzanja zrenja sireva, a zatim prikažu dosadašnja praktična ostvarenja i problemi u proizvodnji.

Dosadašnji pokušaji ubrzanja zrenja sira

Najvažnije reakcije koje se odvijaju u toku zrenja sira su proteolitičke koje se odlikuju razlaganjem belančevina do polipeptida i aminokiselina. Na osnovu toga izveden je zaključak da se ubrzanje zrenja sira može postići povećanjem koncentracije **proteolitičkih fermenata** u sirnoj masi.

Fermenti u siru manjim delom potiču iz mleka. Uglavnom oni potiču od bakterija koje se razmnožavaju u sirnoj masi. Povećana koncentracija fermentata u siru može se postići dodavanjem fermentnih preparata, bakterijskih autolizata ili sojeva mlečnih bakterija koje se odlikuju visokom proteolitičkom aktivnošću.

U cilju ubrzanja zrenja sireva u nizu ogleda bili su dodavani u mleko ili sirnu masu fermenti iz raznih izvora. Odmah se može reći da s odvojenom primenom pojedinih proteolitičkih fermenata nije postignut praktično veliki uspeh. Od proteolitičkih fermenata su dodavani: steapsin, pepsin, tripsin, erepsin, subtilizin (iz *S. subtilis* B.), sirišni ferment (u povećanoj koncentraciji) pojedinačno ili u kombinacijama s ostalim.

Unošenjem pepsina nije se dobilo povoljno dejstvo. Sirišni ferment i tripsin ubrzavaju zrenje. Dodavanjem 0,02% tripsina povećava se stepen zrelosti edamskog sira u toku jednog meseca zrenja za 42,40%. To dva puta prevazilazi stepen zrelosti sira bez dodatog fermenta, a po količini razloženih belančevina odgovara šestomesečnom starom siru.

Ipak dodavanje tripsina i u tako malim koncentracijama mleku izaziva pojavu gorkog ukusa sira. Bolji rezultati su dobijeni pri primeni kombinacije tripsina i pepsina.

U nekim slučajevima posle dodavanja i delovanja nekih fermenata dobijen je tipičan ukus i miris sira. Međutim, mnogo češće je dobijan nepovoljan ukus i miris: gorak i užegao. Ta pojava veoma smanjuje kvalitet sira te onemogućava praktičnu primenu tih fermenata.

Ipak je s direktnom primenom fermenata postignut jedan značajni uspeh. Dodavanje nekih fermentativnih sistema lipaze u siru intenzivira dobijanje tipičnog pikantnog ukusa koji je karakterističan za tvrde italijanske sireve kao što su provalone i romano. U SAD neki proizvođači sireva koriste te preparate u proizvodnji tih sireva (1).

Mada se dodavanjem proteolitičkih fermenata postiže povećanje produktivnosti razlaganja belančevinastih materija ipak se ne postiže odgovarajući ukus i miris sira.

Pošto je postignut relativno slab rezultat s primenom pojedinih fermenata to se je prišlo rešavanju ovoga problema iskorišćavanjem mikroorganizama koji imaju glavno učešće u procesu zrenja, a koji se odlikuju visokom proteolitičkom sposobnošću.

Niz istraživača je radio na izdvajanju sojeva pojedinih **mlečnih bakterija koje se odlikuju visokom proteolitičkom sposobnošću**. Još su god. 1905. Freudenberg i Thöni (2) pokušali upotrebiti visoko proteolitički ak-

tivne čiste kulture mikroorganizama u proizvodnji sireva, a posle toga i niz drugih autora, *Bottazzi* (3).

Za brzo zrenje sira neophodno je uneti u mleko kulturu u stanju najveće biohemijske aktivnosti. Stoga se preporučuje upotreba sveže mase (ubrzo posle zgrušavanja). Sir proizveden s takvom kulturom nakon mesec dana zrenja odgovara siru ustaljene proizvodnje starosti 2—2,5 meseci (4).

Bubnov (5) je god. 1935. izveo ubrzano zrenje sira s pomoću proteolitičkih aktivnih sojeva streptokoka mlečne kiseline koji su dali pozitivne rezultate.

Pri izučavanju ubrzanog zrenja sireva bila je obraćena pažnja na pojavu mazivog sloja »maz« na površini sira. Taj mazivi sloj kod nekih vrsta sireva obrazuje se kao rezultat razvoja specifične mikroflora na površini sira. Pod uticajem te mikroflora belančevine kore sira brzo se i jako hidrolizuju dajući masu sličnu po osobinama zreloom mekanom siru, kako u odnosu azotnih jedinjenja tako i isparivih kiselina. Mikroflora koja obrazuje maz na površini sira takođe utiče i na ubrzavanje zrenja cele sirne mase (6).

Čiste kulture mikrokoka izolovane iz maziva sira izazivaju ubrzanu hidrolizu obrazujući za tri do četiri dana masu koja ima ukus sira i stepen zrelosti 30—40⁰Š (po Šiloviču) koji se s uspehom može primeniti za proizvodnju topljenih sireva (7).

Brzo zrenje sira nastaje takođe pri unošenju u mljeku veće količine kulture bakterija mlečno kiselog vrenja, (5—10%) pufernih soli (natrijum fosfata 1—3%) i držanjem sireva kod nešto povišene temperature zrenja. Za 10 dana po svim pokazateljima kako hemiskim tako i organoleptičkim sir je blizak normalnom zreloom siru.

Dodani fosfati snizuju aktivnu kiselost i time omogućuju razvijanje bakterija mlečne kiseline, što dovodi do ubrzanog raspadanja belančevina. Pri povišenoj temperaturi od 30°C za šest puta se ubrzava zrenje sireva upoređeno s običnom temperaturom zrenja od 10—14°C. Međutim, ovako visoka temperatura izaziva deformaciju sira.

Mikroflora predstavlja osnovni izvor fermentata koji uslovljavaju biohemijske reakcije u sirnoj masi. Zbog toga je sastav kulture za sireve i regulisanje mlečne fermentacije u siru od prvorazrednog značenja.

Ranije je obrazovanje ukusa sira objašnjavano isključivo proteolitičkom razgradnjom belančevinastih materija u siru u toku zrenja. Danas se uspeva da se u relativno kratkom roku zrenja sira dobije znatna količina razgrađenog kazeina, no ipak zrelost sira — na osnovu organoleptičke ocjene — veoma je slabo izražena. To znači da se u siru odvijaju takođe i neproteolitički biohemijski procesi koji su tesno vezani za obrazovanje materija ukusa.

Pri izučavanju zrenja sireva otkrivene su pojave neprekidnog obrazovanja i razlaganja slobodnih aminokiselina kao i obrazovanje karbonskih jedinjenja koja pripadaju aromatičnim materijama. Problem ubrzavanja zrenja sireva danas se ne sastoji samo u rešavanju intenziviranja proteolitičkih procesa nego i u regulisanju i ubrzanju oksido-redukcionih reakcija koje dovode do obrazovanja poželjnih karbonskih aromatičnih jedinjenja.

Proizvodnja sireva s ubrzanim zrenjem

Iz prednjih razmatranja se može videti da se ubrzano zrenje sira može postići putem ubrzavanja reakcija koje se razvijaju u sirnoj masi: dodavanjem

fermenata, povećanjem koncentracije mineralnih soli i povećanjem broja i aktivnosti mikroorganizama.

U cilju ubrzanja zrenja danas se uspešno primenjuje nekoliko biopreparata, i to autolizati mlečnih bakterija, i hidrolizirana maja.

Dodavanjem autolizata mlečne mikroflore (*Str. lactis*, *Lb. bulgaricus*, *Lb. casei*), kao i autolizata kvasaca omogućava se ubrzano zrenje sireva.

Najbolji rezultat je postignut primenom autolizata štapićastih bakterija mlečne kiseline (8), (9) i (10).

Ozbiljni nedostatak primene autolizata i hidrolizata jest što postoji niz teškoća oko njihova spravljanja u uslovima proizvodnje. Njihovo spravljanje traje 3—6 i više dana. Potrebno je posebno odelenje i oprema. U toku izrade potrebna je višekratna kontrola i regulisanje tehnološkog procesa za šta se utroši dosta vremena. No i pored toga potrebno je uporedo proizvoditi normalnu maju.

Da bi se izbegle te teškoće Aleseev (11, 12) predložio je primenu tzv. hidrolizirane maje. On je razradio i ispitao njenu izradu u proizvodnim uslovima. Budući da je izrada hidrolizirane maje u proizvodnim uslovima jednostavna i da se dobijaju odlični rezultati ovde ćemo nešto detaljnije prikazati njeno spravljanje i primenu.

U mleko pasterizovano kod 95°C u toku 45 minuta i ohlađeno do 22—24°C dodaje se 3—5% odgovarajuće čiste kulture za sir koji se izrađuje pri niskoj temperaturi drugog dogrevanja. Posle energičnog mešanja dodaje se rastvor sirila.

Potrebna količina sirila za pripremanje maje izračunava se po sledećoj formuli:

$$X = \frac{2,5}{A}$$

gde je x — količina sirila u prahu (jačine 1:100.000) u gramima koja se dodaje na litar hidrolizirane maje; A — doza hidrolizirane maje u % koju dodajemo u mleko pri izradi sira i 2,5 — rashod sirila u gramima na 100 litara mleka koje se prerađuje u sir. Sirilo se rastvara u prokuvanoj vodi koja je ohlađena do 35°C u odnosu 10 grama na 100—150 ml. vode. Rastvor se priprema na 10—15 minuta pre upotrebe.

Pri unošenju tako velike doze sirila prirodno bi bilo očekivati momentano zgrušavanje mleka, međutim ono se pojavljuje tek posle 7—10 minuta. To se javlja kao posledica uticaja duge pasterizacije na visokoj temperaturi. Pored toga u ohlađenom mleku na 22—24°C (temperatura pripreme hidrolizirane maje) delovanje sirila je smanjeno na 1/3 od njegove aktivnosti pri 32—34°C.

Posle unošenja rastvora sirila sud s hidroliziranom majom stavlja se u termostat s temperaturom 26—28°C gde ostaje u toku 20—24 časa.

Na taj način trajanje i potrebni tehnički uslovi za pripremanje hidrolizirane maje ne razlikuju se od pripremanja obične maje. Kod njenog spravljanja koristi se ista oprema pri istim higijenskim uslovima kao i kod proizvodnje obične maje.

Gotova hidrolizirana maja predstavlja vrlo nežan rastresiti gruž koji pliva u izdvojenoj surutki. Već pri laganom mešanju on se lako razbija i dispergira u surutki obrazujući jednorodnu masu koja se po konzistenciji skoro ne razlikuje od običnog mleka. Pri dužem držanju maje ne dolazi do izdvajanja

surutke. Ukus hidrolizirane mafe je kiseo i gorak. Boja je blede žuta. Gotova mafa može da se čuva na temperaturi 6—8°C u toku 2—3 dana pri čemu se aktivnost sirila ne smanjuje.

Razvitak mikroflore u hidroliziranoj mafi nešto je veći nego kod obične.

Primena hidrolizirane mafe pri izradi sira omogućava poboljšanje sastava i svojstva mleka kao sredine za razvitak mikroorganizama.

Tehnološki proces izrade sira je nepromenjen, a hidrolizirana mafa se dodaje od 0,6—1%. Pri tome nema potrebe dodavati sirilo. Podsirivanje se vrši kod temperature 32—34°C u toku 25—30 minuta.

Ova mafa ubrzava zrenje sira i poboljšava njegov kvalitet. Sir izrađen s hidroliziranom majom starosti od mesec dana ima zrelost kao sir koji je izrađen običnom majom starosti dva meseca.

Zaključak

S obzirom na ekonomski interes i dosadašnje rezultate primene raznih načina ubrzanja zrenja postoji mogućnost da se i u našem sirarstvu primeni proizvodnja sireva s ubrzanim zrenjem. U prvo vreme dok se naše istraživačke mlekarske ustanove ne specijalizuju za proizvodnju pogodnih autolizata za ubrzanje zrenja određenih vrsta sireva mogla bi se u proizvodnji koristiti u tu svrhu hidrolizirana mafa.

Literatura

1. Kosikowski F., Mocquot G.: *Advances in cheese technology*. FAO UN, Rome, 1958.
2. Freudenreich, E., Thöni V.: *Rev. Gén. Lait*, 4 1905. Cit. Bottazzi (3).
3. Bottazzi V.: Proteolytic activity of some strains of thermophilic lactobacilli. *XVI Inter. Dairy Congr. IV*: 1, 522, 1962.
4. Bogdanov V.: *Mikrobiologija moloka*, Moskva, 1962.
5. Bubnov D.: Citirano po Inihovu (13).
6. Konovalov V.: Citirano po Inihovu (13).
7. Merkulova: Citirano po Inihovu (13).
8. Klimovskij I.: Biohemičeskie processy v syre uskorenogo sozrevanija. *Moločnaja promyšlennostj* 3, 1960.
9. Klimovskij I.: Nekotore puti uskorenija sozrevanija syra. *Moločnaja promyšlennostj* 2, 1962.
10. Gibšman M.: Mikrobiologičeski processy v syre uskorenogo sozrevanija. *Moločnaja promyšlennostj* 3, 1960.
11. Aleseev V.: Gidrolizovannaja bakterijalnaja zakvaska i ee primenenie v syrodelii. *Moločnaja promyšlennostj* 5, 1963.
12. Aleseev V.: Process sozrevanija syrov i puti ego uskorenija, CINTI PIŠČE-SVRODELIJ. *Moločnaja promyšlennostj* 5, 1963. PROM, Moskva, 1963.
13. Inihov G.: *Biohimija moloka*. Moskva, 1956.