

# Štúdium optimalizácie technologických procesov výroby mrazených smotanových krémov

T. VACOVÁ — B. KRKOŠKOVÁ — M. BARANOVÁ

Na základe analýzy podmienok a možností realizácie výsledkov riešenia vecnej etapy „Výskum možností lepšieho zhodnotenia mliečneho tuku“, rozšírili sme jej riešenie o štúdium optimalizácie výroby mrazených smotanových krémov (MSK), pričom sme rešpektovali zabezpečenie podmienok úspešného otvorenia novej výroby v závode Milex, Bratislava II. Získali sme poznatky o možnostiach použitia a postupoch aplikácie niektorých mliekárenských aditívnych látok. Poznanie ich vlastností a určenie technologických parametrov aplikácie je základnou a rozhodujúcou podmienkou pre uplatnenie mliečneho tuku, prípadne jeho frakcií, v novom sortimente výrobkov. Súčasťou štúdia je aj určenie možností náhrady niektorých dovážaných aditív domácimi surovinami.

V predchádzajúcich prácach [1—3] sme uviedli prehľad o vplyve základných zložiek zmesi a jednotlivých fáz technologického postupu na kvalitu MSK. Podrobne sme referovali aj o výsledkoch sledovania vlastností a podmienok aplikácie emulgátorov a stabilizátorov.

Prítomnosť jednotlivých zložiek základnej zmesi a zvolená receptúra jej prípravy podstatne ovplyvňujú charakteristiky MSK. Charakteristiky výrobku sa však menia aj podľa zvoleného spôsobu technologického spracovania, resp. použitého výrobného zariadenia.

Príprava základnej zmesi zahŕňa miešanie a dispergovanie jednotlivých zložiek do homogénnej zmesi. Okrem presného dávkovania určených množstiev surovín má význam aj poradie a forma ich pridávania do zmesi. Niektoré suché zložky vytvárajú pri rozpúšťaní hrudky, čomu sa zabráni ich premiešaním s častou pridávaného cukru, preosiatím cez vhodné sito a postupným pridávaním po malých dávkach.

Na pasterizáciu zmesi treba vyšší zázehv ako na pasterizáciu mlieka, pretože zmes má relatívne vysoký obsah sušiny a vyššiu viskozitu, čo má ochranný účinok na niektoré mikroorganizmy. Pri dávkovom spôsobe spracovania sa aplikuje dlhodobá pasterizácia (30 min pri teplote minimálne 68,3 °C). V priemyselných závodoch v USA sa používa taký istý čas na pasterizáciu pri teplotách 71,1—73,9 °C. Kontinualizácia výroby súvisí so skracovaním času pasterizácie pri vyšších teplotách (HTST: 72—75 °C, 15—20 s; UHT: nad 100 °C,

menej ako 1 s) [4, 5]. V našich podmienkach sa zmes pasterizuje pri teplote 86 °C 14 s.

Homogenizácia zabezpečuje správnu emulgáciu tuku, vzájomné premiešanie zložiek, lepšiu šľahateľnosť a vhodnú textúru výrobkov. Zmes sa obvykle homogenizuje ihneď po pasterizácii pri teplote 60—74 °C a tlaku 10,5—21 MPa [4]. V našich podmienkach sa zmes homogenizuje pred pasterizáciou pri teplote 70 °C. Správne homogenizovaná zmes poskytuje MSK s hladkou textúrou, zlepšuje jeho šľahateľnosť, skracuje čas zmrazovania, zabráňuje stĺkaniu tukových častíc v zmrazovači a umožňuje zníženie dávok stabilizátora.

Pri homogenizácii stúpa viskozita zmesi. V starších typoch zariadení sa preferujú viskóznejšie zmesi, ktoré pri zmrazovaní lepšie inkorporujú vzduch. V modernejších typoch zariadení, kde sa horúca zmes chladí, sú vhodnejšie stredne viskózne zmesi.

Po homogenizácii sa zmes postupne schladí a nechá sa zrieť 6—24 h. Počas zrenia treba zmes stále premiešavať, aby sa zabránilo deemulgácii tuku, umožnilo dôkladné rozptýlenie stabilizátora, zabránilo zmenám mliečnych bielkovín a aby sa zvýšila viskozita zmesi. Zrenie prebieha obvykle až 24 h, pri použití zmrazovača s prerušovanou činnosťou však postačujú 3—4 h. Zmesi s vysokým obsahom tuku, homogenizované pri nízkych tlakoch vyžadujú dlhší čas zrenia [6].

Zmes sa podľa druhu použitého zariadenia zmrazuje pri teplotách —22 až —32 °C. V zmrazovači sa disperguje vzduch na rovnomerne distribuované malé vzduchové bublinky. Ľad sa vo forme malých kryštálikov oddeľuje zo zmesi, čím sa zvyšuje viskozita zmesi, ktorá potom vyteká zo zmrazovača ako stuhnutý plastický prúd pri teplote —5 až —6 °C. Vhodné zväčšenie objemu zmesi spôsobené inkorporovaním vzduchu (nášľah) sprostredkuje výrobku vhodnú textúru. MSK s malým nášľahom ju hustý a mazlavý, pri príliš vysokom nášľahu je korpus nekompaktný. Vplyv nášľahu na textúru MSK zhŕňa tabuľka 1 [7].

Tabuľka 1. Vplyv nášľahu na textúru MSK

Nášľah [%]	Veľkosť ľadových kryštálov [μm]	Veľkosť vzduchových častíc [μm]	Veľkosť nezmrazených zložiek [μm]
85	62,7 × 51,2	165,2	11,2
100	53,9 × 47,3	142,3	10,0
115	50,4 × 44,1	109,0	8,5
130	49,8 × 43,1	104,0	7,0

V zmrazovači približne polovičné množstvo vody zo zmesi zmení skupenstvo. Polotekutý výrobok sa plní do spotrebiteľských obalov a k jeho stuhnutiu dochádza staticky v zmrazovacom tuneli alebo v mraziarenskej komore. Významným faktorom pre tvorbu konečnej štruktúry, najmä textúry výrobkov je rýchlosť zmrazovania, ktorá variuje podľa použitého technologického zariadenia. Pri správnom spôsobe tuhnutia výrobkov sa ľad naplavuje rovnomerne na prítomné kryštáliky a zvyšuje ich veľkosť, nemal by však signifikantne ovplyvniť textúru MSK. Čas potrebný na úplné stuhnutie výrobkov

závisí od teploty vzduchu a rýchlosti jeho prúdenia, ako aj od veľkosti a hrúbky obalov a ďalších faktorov. Ak dôjde počas skladovania alebo transportu výrobkov k teplotným výkyvom, malé ľadové kryštáliky sa môžu roztopiť a táto voda sa pri opätovnom zamrazení nanáša ako ľad vo veľkých kryštáloch. Veľké alebo aglomerované ľadové kryštály sa prejavujú zhoršenou štruktúrou MSK [4—6].

K riešeniu problematiky optimalizácie výroby MSK sme pristúpili po dôkladnej analýze súčasného stavu výroby v novej výrobni v závode Milex, Bratislava II.

Pri výrobe MSK na zariadení fy APV sa vyskytli niektoré problémy vyplývajúce najmä z:

- odlišného zloženia základných surovín,
- používania dovážaných aditívnych látok v kombinácii s domácimi prídavnými látkami,
- nedostatku skúseností s variováním technologických parametrov v súvislosti s požadovanými vlastnosťami finálneho výrobku.

V prvej etape riešenia sme po oboznámení sa s technológiou výroby MSK a používanými surovinami odobrali vzorky používaných emulgátorov a stabilizátorov na laboratórne analýzy, ako aj hotových výrobkov pre zavedenie analytických metód sledovania kvality a trvanlivosti výrobkov.

V ďalšej etape sme na základe zistených vlastností emulgátorov a stabilizátorov určili optimálne podmienky ich technologickej aplikácie, resp. vytipovali možnosti nahradiť ich niektorými domácimi surovinami. O výsledkoch týchto prác sme už referovali [1, 2].

Po laboratórnom overení možností aplikácie domácich aditívnych látok sme v prevádzkových podmienkach vyrobili MSK s obsahom 7 % tuku, kde sme ako náhradu za dovážaný emulgátor použili domáci výrobok Severočeských tukových závodov. V ďalšej fáze sme sledovali a vyhodnocovali trvanlivosť takto vyrobeného MSK z hľadiska jeho fyzikálnych, analytických a mikrobiologických hodnôt.

Kvalita MSK sa sleduje podľa ČSN 57 0106, pričom sa hodnotia senzorické vlastnosti, analytické a mikrobiologické ukazovatele. Z fyzikálnych znakov sa sleduje iba nášľah zmesi. Okrem toho sa sledujú znaky významné z hľadiska spotrebiteľa: hmotnosť a objem originálneho balenia.

Vzhľadom na zložitú fyzikálnu štruktúru MSK nie je jeho kvalita dostatočne determinovaná percentom nášľahu. Preto sme paletu sledovaných fyzikálnych parametrov rozšírili o štúdium statickej štruktúry MSK na základe merania textúry penetračnou metódou s konštantným zaťažením. Merania sme robili na automatickom penetrometri AP 4/2.

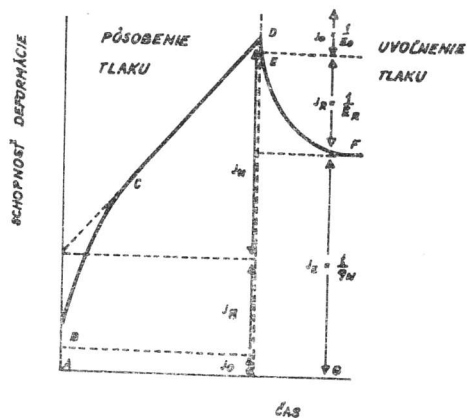
## Výsledky a diskusia

Z fyzikálneho hľadiska má MSK zavzdušnenú ľadovokryštalickú štruktúru, ktorú v texturálnych charakteristikách modifikuje uloženie sieťoviny tukových kryštálov. Filmy mliečného proteínu pokrývajú vzduchové častice a tukové kryštály, kým podchladená kvapalná matrica obsahuje cukor, elektrolyty, koloidné aditíva atď. Napriek tomu, že sú ľadové kryštály relatívne veľké (približne do 50  $\mu$ ), majú veľmi málo styčných bodov. Vzdialenosti medzi nimi

sú obvykle niekoľko mikrónov a je veľmi malá možnosť ich spájania sa. Naopak, dokázala sa agregácia tukových kryštálov (priemer 0,5—4,0  $\mu$ ) okolo vzduchových častíc, ako aj v kvapalnej matici [4].

Tabuľka 2. Vplyv tuku, objemu našľahaného vzduchu a teploty na viskózne-elastické parametre MSK

Podmienky testu		0—10 % tuku	1—55 % vzduchu	Testovaná teplota —11 až —15 °C
Oblasť okamžitej elastickej schopnosti	$E_0$	klesá so stúpajúcim obsahom tuku	klesá so stúpajúcim objemom vzduchu	stúpa s klesajúcou teplotou
	$E_1$	neovplyvnená obsahom tuku	pomaly stúpa so vzrastajúcim objemom vzduchu	pomaly stúpa s klesajúcou teplotou
Oblasť retardovanej elastickej schopnosti	$E_2$	neovplyvnená obsahom tuku	stúpa so vzrastajúcim objemom vzduchu	stúpa s klesajúcou teplotou
	$\eta_1$	stúpa so stúpajúcim obsahom tuku	stúpa so vzrastajúcim objemom vzduchu	stúpa s klesajúcou teplotou
	$\eta_2$	neovplyvnená obsahom tuku	pomaly stúpa so vzrastajúcim obsahom tuku	stúpa s klesajúcou teplotou
Newtonovská oblasť	$\eta_N$	stúpa s obsahom tuku čiastočne, nad 5 % tuku	klesá so stúpajúcim objemom vzduchu	pomaly stúpa s klesajúcou teplotou



MSK vykazuje viskózne-elastické vlastnosti, ktoré sa menia najmä v závislosti od obsahu tuku, objemu našľahaného vzduchu a teploty, ktorej je výrobok vystavený. Zmenu textúry MSK v závislosti od pôsobenia týchto parametrov uvádza tabuľka 2 a obrázok 1. Zhrnújú výsledky rozsiahlych pokusov zameraných na sledovanie viskózne-elastických vlastností základných zmesí pre výrobu MSK [8].

MSK si relatívne dobre uchováva svoje typické vlastnosti, ak sa skladuje pri 18 °C a nižších teplotách. Pri zvýšení teploty nad určitú hranicu (okolo 10 °C) výrobok mäkne, vzduch uniká, v dôsledku čoho sa znižuje objem a výrobok sa deformuje, prípadne roztečie. Opätovné zmrazenie výrobkov zhoršuje ich textúru vytváraním veľkých ľadových kryštálov, prípadne ich aglomeráciou, ako sme už uviedli.

Vplyv času skladovania pri teplote —18 °C na zmeny hodnôt penetrácie MSK uvádzame v tabuľke 3.

Tabuľka 3. Vplyv skladovania na zmeny hodnôt penetrácie MSK

Čerstvá vzorka	°C °P	—16 222	—14 257	—12 287	—10 266	—8 337		
Po 2 týždňoch pri —18 °C	°C °P	—15 201	—13 254	—11 263	—9 294	—7 319	—5 336	—3 363
Po 4 týždňoch pri —18 °C	°C °P	—16 180	—14 196	—12 209	—10 229	—8 270	—6 276	—4 349
Po 6 týždňoch pri —18 °C	°C °P	—18 184	—16 219	—14 233	—12 261	—10 301	—8 336	—6 348
Po 8 týždňoch pri —18 °C	°C °P	—12 203	—10 207	—8 243	—6 286	—4 277	—2 336	0 343
Po 12 týždňoch pri —18 °C	°C °P	—15 239	—13 270	—12 287	—10 323	—8 325	—6 341	—4 385
Po 14 týždňoch pri —18 °C	°C °P	—14 209	—12 270	—10 282	—8 332	—6 373		
Po 20 týždňoch pri —18 °C	°C °P	—11 208	—9 223	—7 259	—5 350	—3 371		

Pri niektorých vzorkách sme sledovali zmeny konzistencie, charakterizované hodnotami penetrácie po vyskladnení z mraziarenskej komory (teplota —18 °C) a pri následnom skladovaní vo výparníku chladničky pri teplote —10 °C. Výsledky uvádza tabuľka 4.

Hodnoty penetrácie MSK sme sledovali v rozsahu teplôt vzoriek od —18 do —3 °C. V tomto teplotnom rozsahu sa nachádza oblasť premeny skupenstva a súčasne je to rozsah teplôt, v ktorom sa spravidla výrobok konzumuje. Zistené hodnoty penetrácie vyjadrujú predovšetkým tvrdosť vzoriek a jej prudké zmeny pri tej-ktorej teplote charakterizujú začiatok premeny skupenstva.

Tabuľka 4. Zmeny hodnôt penetrácie MSK počas skladovania pri podmienkach spotrebiteľa

MSK po 4 týždňoch skladovania pri  $-18^{\circ}\text{C}$

$^{\circ}\text{C}$	$-16$	$-14$	$-12$	$-10$	$-8$	$-6$	$-4$
$^{\circ}\text{P}$	180	196	209	229	270	276	349

MSK po ďalšom týždni skladovania vo výparníku chladničky

$^{\circ}\text{C}$	$-18$	$-14$	$-12$	$-10$	$-8$		
$^{\circ}\text{P}$	203	205	223	301	310		

MSK po 6 týždňoch skladovania pri  $-18^{\circ}\text{C}$

$^{\circ}\text{C}$	$-18$	$-16$	$-14$	$-12$	$-10$	$-8$	$-6$
$^{\circ}\text{P}$	184	219	233	261	301	336	348

MSK po ďalšom týždni skladovania vo výparníku chladničky

$^{\circ}\text{C}$	$-10$	$-8$	$-6$				
$^{\circ}\text{P}$	281	289	368				

So stúpajúcou teplotou vzorky sa zvyšujú hodnoty penetrácie. V priebehu skladovania sa hodnoty penetrácie znižujú v celom sledovanom rozsahu teplôt vzoriek, čo charakterizuje celkové tvrdnutie vzorky a zväčšovanie pôvodne vytvorených malých ľadových kryštálov počas mraziarenského skladovania pri teplote  $-18^{\circ}\text{C}$ .

Sledovanie zmien hodnôt penetrácie MSK počas skladovania pri  $10^{\circ}\text{C}$  a potom po vyskladnení z teploty  $-18^{\circ}\text{C}$  jednoznačne ukázalo nárast hodnoty penetrácie, čo poukazuje na zmäknutie vzorky a jej čiastočné roztečenie, a to v celom sledovanom rozsahu teplôt meraných vzoriek.

Záverom možno konštatovať, že kvalita mrazených smotanových krémov závisí od mnohých faktorov, pričom najčastejšou príčinou neúspechov bývajú nevyvážené receptúry, ktoré uvažujú s príliš nízkymi obsahmi zložiek nevyhnutne potrebných na získanie dobrej kvality výrobkov. V záujme zabezpečenia dobrej kvality MSK preto treba dodržať určité zásady prípravy zmesi, jednotlivé etapy technologického postupu, ako aj zásady vstupnej a medzioperačnej kontroly. Sledovanie konzistencie penetrometrickou metódou vhodne rozširuje paletu metód sledovania kvality a trvanlivosti MSK.

## Súhrn

V príspevku sa hovorí o možnostiach optimalizácie technologických postupov výroby MSK. Uvádzajú sa výsledky prevádzkového pokusu, v ktorom sa ako náhrada za dovážaný emulgátor použil domáci výrobok. Metódy sledovania kvality a trvanlivosti MSK boli rozšírené o sledovanie konzistencie penetrometrickou metódou.

## Literatúra

1. VACOVÁ, T., KRKOŠKOVÁ, B.: Bulletin VÚP, 18, 4, 1979
2. VACOVÁ, T., KRKOŠKOVÁ, B.: Bulletin VÚP, 19, 3, 1980.
3. VACOVÁ, T., KRKOŠKOVÁ, B.: Průmysl potravin 31, 1980.
4. WEBB, B. H., JOHNSON, A. H.: Fundamentals of Dairy Chemistry, The AVI Publ. Comp. Inc., Westport, Conn., 1965, 827 s.
5. Ices and Ice-Creams with the Extracts of Satia Natural Products, SATIA, CECA, SA (B. r.)
6. FRANDSEN, J. H., ARBUCKLE, W., S.: Ice-Cream and Related Products, The AVI Publ. Comp. Inc., Westport, Conn., 1961, 276 s.
7. LOESER, E.: Fette Seifen, Anstrichmittel, 74, 4, 1972, 239.
8. SHERMAN, P.: Structure and Textural Properties of Foods, kap. V. In: Texture Measurements of Foods, D. Reidel Publ. Comp., Dordrecht — Holland, Boston — USA, 1973.

Вацова, Т. — Кркошкова, Б. — Баранова, М.

**Исследование оптимализации технологических процессов производства мороженных сливочных кремов**

### Выводы

Исследовались возможности оптимализации технологических процессов производства мороженных сливочных кремов. Приведены результаты производственного опыта, где мы применили домашний продукт как замещение импортированного эмульгатора. Методы исследования качества и долговечности мороженных сливочных кремов были дополнены исследованием консистенции пенетрометрическим методом.

Vacová, T. — Krkošková, B. — Baranová, M.

**The optimalization study of technological processes of the ice-cream production**

### Summary

The contribution deals with the optimalization possibilities of technological processes of the ice-creams production. The results of the operating experiment are stated, where as the replacement of an imported emulsifier the home-made product was used. The methods of the ice-creams quality and durability' study were extended by the consistency' study by the penetrometric method.