

# APLIKÁCIA ULTRAZVUKU PRI SKLADOVANÍ ZMRAZENÉHO MLIEKA

M. BEHŮŇ, M. BARTOŠKOVÁ

V zahraničí vyšlo mnoho výskumných prác, ktoré sa zaoberali problémom zmrazovania mlieka (1, 2, 3). Pri zmrazovaní mlieka prechádza do tuhého skupenstva predovšetkým voda, čím sa obsahové látky roztoku koncentrujú a tým dochádza k porušeniu tukovej emulzie ako aj jej koloidného systému. Pri rozmrazovaní mlieka tukové guľičky sa zhľukujú na väčšie celky, ktoré plávajú na povrchu. Bielkovinové zložky, ktorých koloidný systém bol porušený pri zmrazovaní, sa vyvločkujú pri rozmrazení a také mlieko sa na vzhľad podobá kyslému mlieku. Čím viac vody obsahuje mlieko pred zmrazovaním, tým je bielkovina menej stabilná. Z toho vyplýva, že keď je nižšia teplota zmrazovaného mlieka, aj bielkovina je stabilnejšia a mlieko možno dlhšie skladovať (5, 9).

Aby sa odstránili tieto nežiadúce zmeny, niektorí autori odporúčajú vystaviť mlieko pred zmrazením ultrazvuku (1, 2, 3, 7, 8, 9 a 11).

## *Pokusná časť*

### Materiál a metodiky

Pokus sme robili s pasterizovaným mliekom; tučnosť mlieka 3,5 %, kyslosť 7,2 °SH a celkový dusík 0,502 %. Mlieko sme vystavili ultrazvukovým vlnám o frekvencii približne 1 MHz a zvukovej intenzite približne 1–2 W/cm<sup>2</sup>. Množstvo mlieka vystavené ultrazvuku jednorazove bolo 250 ml.

Na stanovenie zmien v mlieku sme zvolili tieto kritériá: kyslosť mlieka, tuk, špecifická váha, celkový dusík, viskozita, pH a organoleptické hodnotenie (12). U skladovaného mlieka sa okrem toho sledovalo množstvo sedimentu (vyvločkovávaná zložka bielkovín), percento dusíka nad sedimentom. Prepočet na percento sedimentu sme robili priamo po odstredení mlieka v špeciálne kalibrovaných skúmavkách. Percento dusíka vo zvyšku nad sedimentom sme stanovovali po odstredení. Čas pôsobenia ultrazvuku bol 3 minúty; tento čas sa uvádza aj v prácach iných autorov (11).

Cieľom pokusu bolo zistiť rozdiely medzi mliekom zmrazeným pri teplote  $-30^{\circ}\text{C}$  a skladovaným pri teplotách  $-8^{\circ}\text{C}$ ,  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $-30^{\circ}\text{C}$ , na ktoré pôsobil a na ktoré nepôsobil ultrazvuk.

## V ý s l e d k y

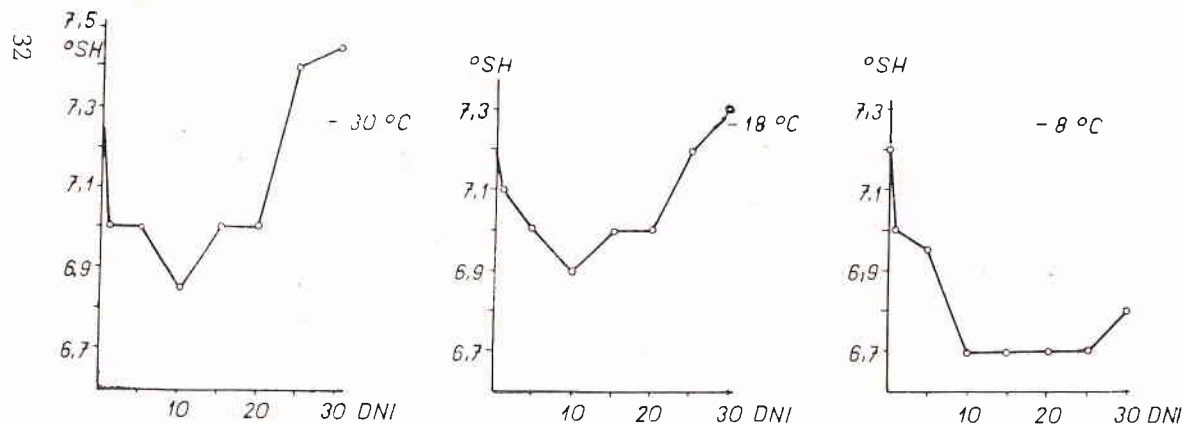
Stupeň kyslosti vyjadrený ako SH klesá počas uskladnenia. Po desiatich dňoch skladovania je kyslosť v porovnaní s pôvodnou hodnotou najnižšia, potom pri teplote skladovania  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $-30^{\circ}\text{C}$  nepatrne stúpa ako vidieť z grafu 1. Rozdiely sú aj vo viskozite. Počas skladovania však u vzoriek skladovaných pri teplotách  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $-30^{\circ}\text{C}$  dochádza k postupnému vyrovnaniu viskozity. Viskozita neozvučenej vzorky skladovanej pri  $-8^{\circ}\text{C}$  je po pätnástich dňoch skladovania nemerateľná, pretože dochádza k silnej tvorbe vločiek. U ozvučenej vzorky skladovanej pri  $-8^{\circ}\text{C}$  dochádza k zvýšeniu viskozity až na dvadsiaty deň skladovania (pozri graf 2).

Hodnoty pH ozvučených a neozvučených vzoriek sa líšia priemerne iba o 0,1 pH, čo možno zanedbať.

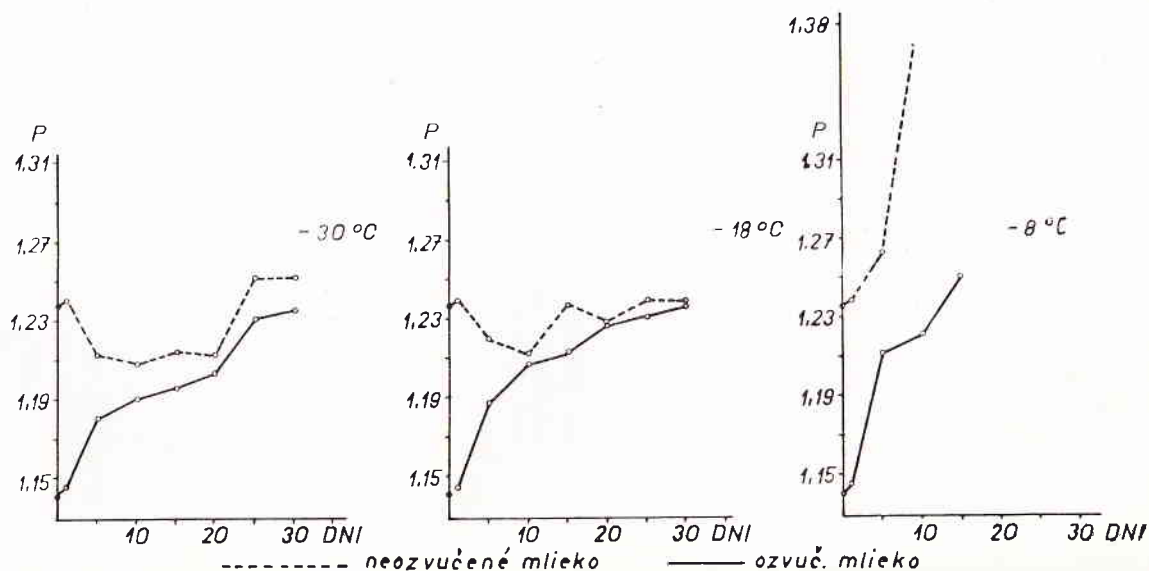
Pri skladovaní za rôznych teplôt dochádza k rôznemu stúpaniu percenta sedimentu. U vzoriek skladovaných pri  $-30^{\circ}\text{C}$  sa pôvodná hodnota sedimentu 0,05 % zvýši na 0,5 %. Keď bolo mlieko skladované 30 dní, z tohto hľadiska sa rozdiel medzi ozvučeným a neozvučeným mliekom neprejavil. U neozvučenej vzorky skladovanej pri  $-18^{\circ}\text{C}$  je percento sedimentu vyššie a po tridsiatich dňoch dosahuje hodnotu 1 %. Hodnota sedimentu ozvučenej vzorky je 0,5 %. Najväčší rozdiel vykazujú vzorky skladované pri teplote  $-8^{\circ}\text{C}$ , tam sa vytvorí až 30 % sedimentu; u ozvučeného mlieka je hodnota sedimentu iba 1 %, čo už výrazne poukazuje na účinok ultrazvukových vln (pozri graf 3).

S percentom sedimentu súvisí i percento dusíka nad sedimentom. U vzorky skladovanej pri  $-8^{\circ}\text{C}$  pôvodná hodnota dusíka a to 0,502 % klesá až na hodnotu 0,290 %; u ozvučeného mlieka klesá len na 0,415 %, a to aj po tridsiatich dňoch. U ostatných vzoriek, ktoré boli skladované pri  $-18^{\circ}\text{C}$  a  $-30^{\circ}\text{C}$ , neklesne percento dusíka nad sedimentom pod hodnotu 0,460 %. Toto zistenie možno považovať za dôkaz, že sedimentujúce látky majú bielkovinový charakter. Tieto závislosti vidieť z grafu 4.

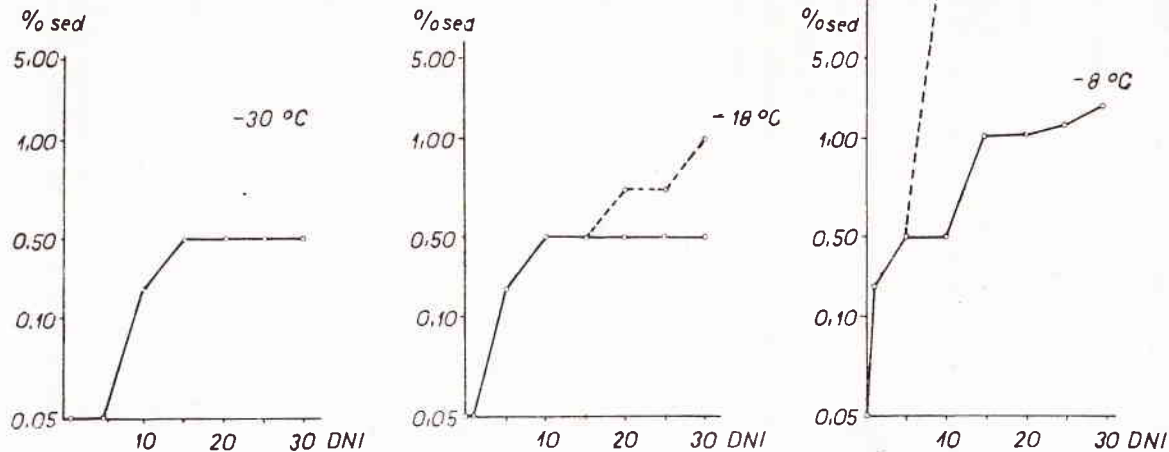
Organoleptické vyhodnotenie možno zhrnúť nasledovne: chuť a vôňa sa u žiadnej ozvučenej vzorky nezmenila. Neozvučená vzorka skladovaná pri teplote  $-8^{\circ}\text{C}$  mala vzhľad kyslého mlieka. Farba vzoriek, ozvučených i neozvučených, sa nezmenila.



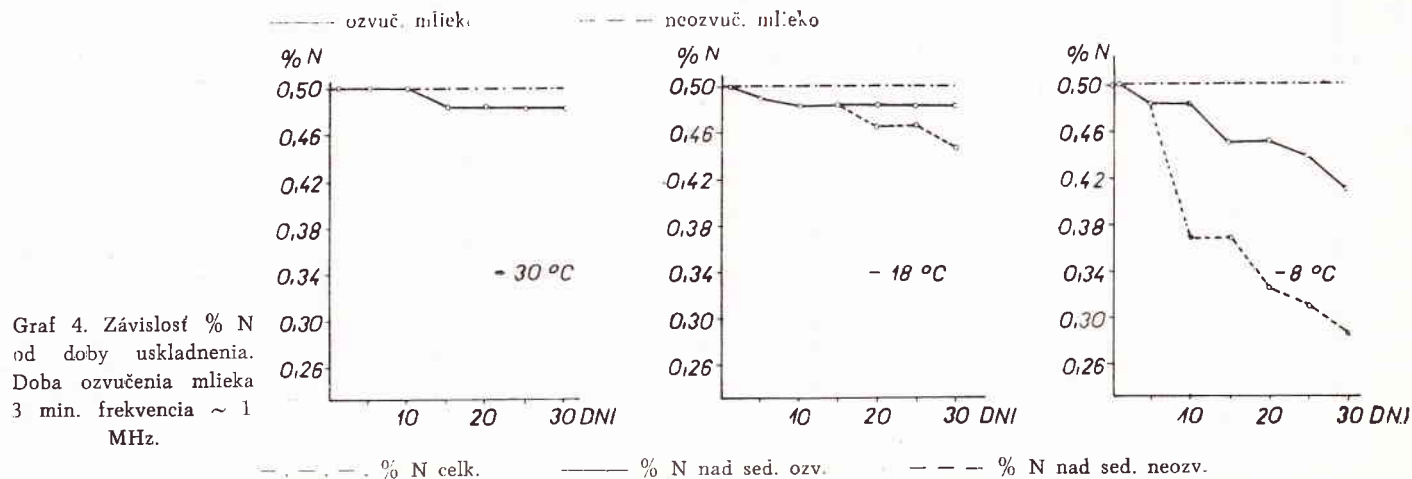
Graf 1. Závislosť kyslosti od doby uskladnenia. Doba ozvučenia mlieka 3 min. frekvencia  $\sim 1$  MHz.



Graf 2. Závislosť viskozity od doby uskladnenia. Doba ozvučenia mlieka 3 min. frekvencia  $\sim 1$  MHz.



Graf 3. Závislosť % sedimentu od doby uskladnenia. Doba ozvučenia mlieka 3 min. frekvencia ~ 1 MHz.



Graf 4. Závislosť % N od doby uskladnenia. Doba ozvučenia mlieka 3 min. frekvencia ~ 1 MHz.

## Diskusia

Fyzikálno-chemické vlastnosti neozvučeného mlieka sa pozmenili najviac u mlieka skladovaného pri teplote  $-8^{\circ}\text{C}$ , a to pomerne v krátkom čase. U neozvučenej vzorky tuk vystupuje na povrch, zatiaľ čo u ozvučenej vzorky sa tento úkaz pozoroval až po dlhšom čase skladovania. Zníženie percenta sedimentu u ozvučených vzoriek v porovnaní s kontrolnými vzorkami možno vysvetliť tým, že účinkom ultrazvukových vln dochádza k depolymerizácii vysokomolekulárnych zlúčenín — bielkovín.

Po tridsiatich piatich dňoch skladovania sa vzorky mlieka, a to tak neozvučené, ako aj ozvučené vyvločkovali. Táto okolnosť je v rozpore s patentom (3), ktorý uvádza, že mlieko vystavené ultrazvuku pri frekvencii asi 1 MHz a mrazené pri teplote najmenej  $-12^{\circ}\text{C}$  vydrží bez zmien až 22 mesiacov. Tento rozpor možno vysvetliť tým, že v našom prípade bola merná energia zvuku 20–40 W/0,25 l a v uvedenom patente asi 150 W/0,25 l.

## Súhrn

Z výsledkov našich pokusov vyplýva, že pri zmrazovaní a dlhodobom skladovaní možno mlieko vystaviť pôsobeniu ultrazvuku, ak je merná zvuková intenzita dostatočná, pravda, za predpokladu, že ho zmrazujeme pri teplote  $-30^{\circ}\text{C}$  a uskladňujeme pri  $-18^{\circ}\text{C}$ .

## Literatúra

1. Garlinskaja E. I., Bezzubov A. D.: Ultrazvuk i puti jevo primenija v piščevoj promyšlennosti, Moskva 1955.
2. Krátký J.: 1958, Průmysl potravin, 3, příl. s. 1.
3. Wearmouth W. G.: V. Británie, pat. č. 798 863, júl 1958.
4. Bencon M. I.: 1959, Cann a. Pack, 29, č. 347.
5. Davidov R. B.: Molokó i moločnoje delo, Moskva, 1949.
6. Davis A. S.: 1957, Food Engineering.
7. Grawford A.: Ultrasonic Engineering, London 1955.
8. Olenov D., Gunzurev E.: 1950, The Journal of Refrigeration, 3, čís. 3.
9. Samuelson E. G.: 1957, Dairy Sci. Abstr. 19, s. 974.
10. Vasplonskaja I. M.: 1957, Moločnaja promyšlennost, IX.
11. Wearmouth W. G.: 1957, Dairy Engeeg. 74, 193.
12. JAM č. 7.

## APPLIKATION VON ULTRASCHALL BEI DER LAGERUNG VON GEFRORENER MILCH

### Zusammenfassung

Aus den Ergebnissen unserer Versuche ist zu ersehen, dass beim Gefrieren und langfristiger Lagerung die Milch mit dem Ultraschall behandelt werden kann, wenn die spezifische Schallintensität genügend ist, freilich nur unter der Voraussetzung, dass wir die Milch bei der Temperatur von  $-30^{\circ}\text{C}$  gefrieren und bei  $-18^{\circ}\text{C}$  lagern.