

## Jedna metoda za merenje gustine mleka pomoću piknometra (A Method for Density Measurement of Milk by Means of a Pycnometer)

Dr. Dobrivoje PROKIĆ, Savezni zavod za mere i dragocene kovine, Beograd

Stručni rad — Professional Paper

UDK: 637.053

Prispjelo: 15. 6. 1987.

### Sažetak

*U ovom radu u sažetoj formi opisana je jedna metoda za primenu savremenih analitičkih vaga s jednim tasom za merenje gustine mleka pomoću piknometra.*

*Predložena metoda bazira se na merenju mase piknometra (praznog, napunjenog destilovanom vodom i mlekrom) i poređenju gustine destilovane vode s gustinom mleka pri istoj temperaturi.*

*Ova metoda eliminiše bitne sistematske greške i omogućava merenje odnosno određivanje gustine mleka s visokom tačnošću.*

### Summary

*A method for application of modern analytical single-pan balances in density measurements of milk by means of a pycnometer is described in short in this paper.*

*The proposed method is based on mass measurement of the pycnometer (when it is empty, when it is filled with distilled water and when it is filled with milk) and on comparison of density of distilled water with density of milk, with temperature remaining the same.*

*This method eliminates significant systematic errors and enables measurement, i.e. determination of density of milk with high accuracy.*

### 1. Uvod

Gustina mleka predstavlja značajnu fizičku veličinu u mljekarstvu i služi za određivanje kvaliteta mleka.

Predložena metoda bazira se na merenju mase piknometra (praznog, napunjenog destilovanom vodom i mlekrom) pomoću savremenih analitičkih vaga i omogućava visoku tačnost merenja gustine mleka.

Primena date metode zahteva sledeću mernu i drugu opremu: savremenu analitičku vagu s jednim tasom, piknometar s termometrom, destilovanu vodu, uzorke mleka čija se gustina meri, termosta i drugu pomoćnu opremu.

Predpostavlja se da se merenje izvodi relativno brzo i da se gustina vazduha u laboratoriji za vreme merenja vrlo malo menja, tako da se može uzeti da je približno stalna.

## 2. Postupak merenja

Predložena metoda zahteva da se izvrše tri merenja pomoću savremene analitičke vage s jednim tasom: prazan piknometar — prvo merenje ('), piknometar napunjen destilovanom vodom — drugo merenje (") i piknometar napunjen mlekom — treće merenje (").

### Prvo merenje (')

Na tas vage stavi se prazan piknometar mase  $m_p$  i gustine  $\rho_p$ . Posle automatski ostvarene ravnoteže vage, na bazi Arhimedovog zakona može se zapisati sledeća jednačina:

$$m_p \cdot \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_p}\right) = (m^*)' \cdot \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho^*}\right) \quad (1)$$

### Drugo merenje (")

Prazan piknometar mase  $m_p$  i gustine  $\rho_p$  napuni se destilovanom vodom mase  $m_v$  i gustine  $\rho_v(t)$  na temperaturi  $t$  i stavi se na tas vage. Posle automatski ostvarene ravnoteže vage može se napisati sledeća jednačina:

$$m_p \cdot \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_p}\right) + V \cdot \rho_v(t) - V \cdot \rho_0 = (m^*)'' \cdot \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho^*}\right) \quad (2)$$

### Treće merenje (""')

Prazan piknometar mase  $m_p$  i gustine  $\rho_p$  napuni se mlekom mase  $m_m$  i gustine  $\rho_m(t)$  na temperaturi  $t$  i stavi se na tas vage. Posle automatski ostvarene ravnoteže vage može se napisati sledeća jednačina:

$$m_p \cdot \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho_p}\right) + V \cdot \rho_m(t) - V \cdot \rho_0 = (m^*)''' \cdot \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho^*}\right) \quad (3)$$

## 3. Određivanje gustine mleka

Ako se od jednačine (2) oduzme jednačina (1), dobija se sledeći izraz:

$$V \cdot \rho_v(t) - V \cdot \rho_0 = [(m^*)'' - (m^*)'] \cdot \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho^*}\right) \quad (4)$$

Ako se od jednačine (3) oduzme jednačina (1), dobija se sledeći izraz:

$$V \cdot \rho_m(t) - V \cdot \rho_0 = [(m^*)''' - (m^*)'] \cdot \left(1 - \frac{\rho_0}{\rho^*}\right) \quad (5)$$

Na bazi deljenja iznosa (5) s izrazom (4) dobija se tražena gustina mleka  $\rho_m(t)$  na temperaturi  $t$  u obliku sledećeg izraza:

$$\rho_m(t) = \frac{(m^*)''' - (m^*)'}{(m^*)'' - (m^*)'} \cdot [\rho_v(t) - \rho_0] + \rho_0 \quad (6)$$

Upotrebljene oznake:

$(m^*)'$ ,  $(m^*)''$  i  $(m^*)'''$  — pokazivanja (očitanja) mase na vagi (kg) za  $v$  prvog ('), drugog (") i trećeg ("" ) merenja, respek

$\rho_m(t)$  — gustina mleka ( $\text{kg m}^{-3}$ ) na temperaturi  $t$

$\rho_v(t)$  — gustina vode ( $\text{kg m}^{-3}$ ) na temperaturi  $t$

$\rho_0$  =  $1,2 \text{ kg m}^{-3}$  — srednja gustina okolnog vazduha

$\rho^*$  =  $8000 \text{ kg m}^{-3}$  — uslovna (konvencionalna) gustina tegova

$V$  — zapremina unutar piknometra ( $\text{m}^3$ )

$t$  — temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ )

### Literatura

PROKIĆ, D. (1974): The Application of Modern Single — Pan Analytical and croanalytical Balances to Measurements of the Densities of Solids, *T. Phy Appl. Phys.* 7 (14), 1873—1876.

PROKIĆ, D. (1983): Application of Modern Electronic Balances to Measurer Densities of Solids and Liquids by Hidrostatic Method, *PTB-Mitteilungen* 9 9—11.

PROKIĆ, D. (1984): A Note on the Change of the Mass of Weights Adjusted to Conditional Density With Change of Air Density, *Experimentellen Technil Physik*, 1, 83—88.

## UPUTE AUTORIMA

### CIJENJENI AUTORI!

Kako bismo međunarodnoj javnosti olakšali praćenje znanstvenih i stručnih radova u »Mljekarstvu«, molimo Vas da prije pisanja radova pročitate »Upute« i pripremite rukopis prema zahtjevima. Na taj ćete način omogućiti brže objavljivanje i veću dostupnost vaših radova svjetskoj javnosti i pridonijeti da naš i Vaš časopis »Mljekarstvo« postane još ugledniji.

1. Časopis »Mljekarstvo« objavljuje radove koji podliježu recenziji dva recenzenta za:

- izvorne znanstvene radove
- prethodna priopćenja
- znanstvene bilješke,

a za:

- preglede
  - stručne radove
  - izlaganja sa znanstvenih skupova
- obavezna je jedna recenzija.

Recenzenti se biraju iz kruga stručnjaka u neposrednom području na koje se odnosi rad predložen za objavljivanje. Autori mogu redakciji predložiti imena recenzenata.

Autori predlažu kategoriju za svoje radove, ali konačnu odluku o svrstavanju rada donosi redakcija na temelju mišljenja recenzenta.

Prihvatanje rada obavezuje autora da iste rezultate ne objavi drugdje.