

# REFLEKSOMETRIJSKO ODREĐIVANJE BOJE MLEKA I MLEČNIH PROIZVODA\*

Prof. dr Ivica VUJIČIĆ, A. I. HASAN, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad  
Vera VUJIČIĆ, dipl. ing. »Jugoinspekt«, Novi Sad

## Uvod

Boja prehrambenih proizvoda pokazuje mnogo više nego samo jednu karakteristiku njegovog izgleda i njegovo organoleptičko svojstvo. U većini slučajeva boja, njen intenzitet i nijansa je odraz dubljih fizičko-hemijskih procesa proizvoda, (1, 2). Primena objektivnog merenja boje još uvek nije našla u organoleptičkoj oceni nego i u kontroli i standardiziranju tehnološkog procesa proizvoda, (1, 2). Primena objektivnog merenja boje još uvek nije našla pravo mesto u prehrambenoj industriji, pa čak ni u istraživačkom radu u toj oblasti. Ona se uglavnom svodi na vizuelnu senzornu procenu ili komparativno kolometrijsko utvrđivanje boje i njenog intenziteta, uz korišćenje uslovnih standarda boja. Takve procene uključuju dosta subjektivnih i psihofizičkih elemenata.

Refleksometrija predstavlja jednu od objektivnih metoda za merenje boje materijala. Mogućnosti njene primene pri određivanju boje maslaca pokazao je Riel (3). Danas postoji niz aparata refleksometara koji se mogu koristiti u tu svrhu. Primena jednog takvog jednostavnog aparata na bazi refleksometrije pri određivanju i standardiziranju boje maslaca i margarina pokazala se dobra i uspešna, deMan (4). No, pored tih prvih pokušaja, još uvek nije posvećena dovoljna pažnja istraživanju daljih mogućnosti primene refleksometrije u objektivnoj proceni boje mleka i mlečnih proizvoda.

U ovom radu prikazani su rezultati istraživanja mogućnosti primene refleksometrije u određivanju boje raznih mlečnih proizvoda.

## Materijal i metod rada

Uzorci mleka i mlečnih proizvoda za ispitivanje nabavljeni su sa lokalnog tržišta i iz mlekarne.

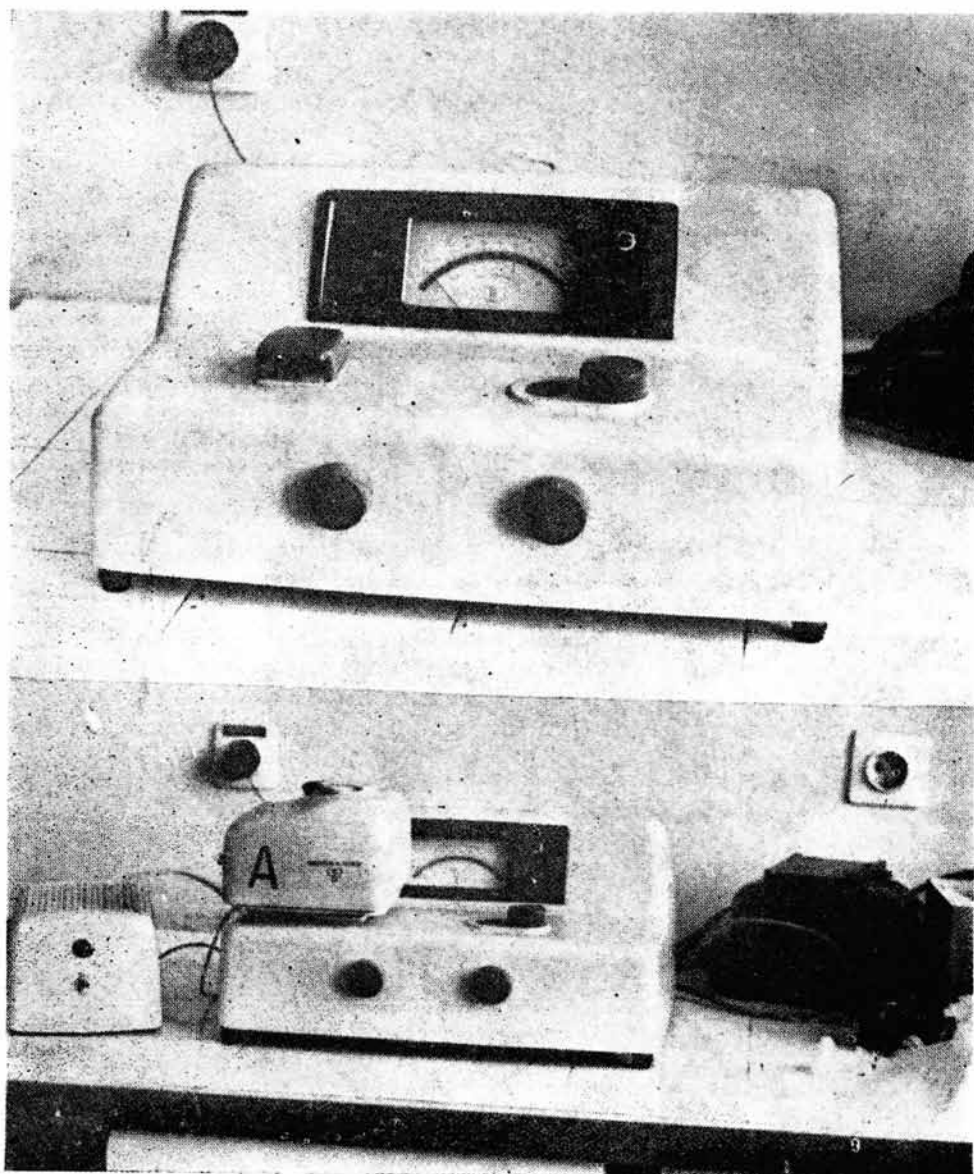
Posebna laboratorijska obrada uzoraka vršena je kod mleka i pavlake, i to pasterizacija (71° C/15 sek.), kuvanje (100° C/1 min.) i autoklaviranje (121° C/20 min.). Kod UHT (kratkotrajno) sterilizovanog mleka vršeno je ispitivanje uzoraka do šest meseci, pri čuvanju na 5°, 20° i 55°C.

Određivanje boje odnosno refleksije svetlosti vršeno je na spektrofotometru, sa posebnim priključkom za merenje refleksije svetlosti, model Spec-tronic 20 od firme Bausch & Lomb, Inc. Rochester 2, New York, sl. 1.

## Rezultati i diskusija

Jedan od neophodnih elemenata za uspešnu primenu refleksometrije jeste izbor talasne dužine na kojoj se određuje procenat refleksije. U literaturi nismo mogli naći te podatke te smo zbog toga snimili spektralne krive refleksije za razne mlečne proizvode. Te krive su prikazane na sl. 2. Dobijene krive u intervalu talasnih dužina od 400 do 715 nm pokazuju da pojedini mlečni proizvodi daju različitu refleksiju svetlosti pri pojedinim talasnim dužinama.

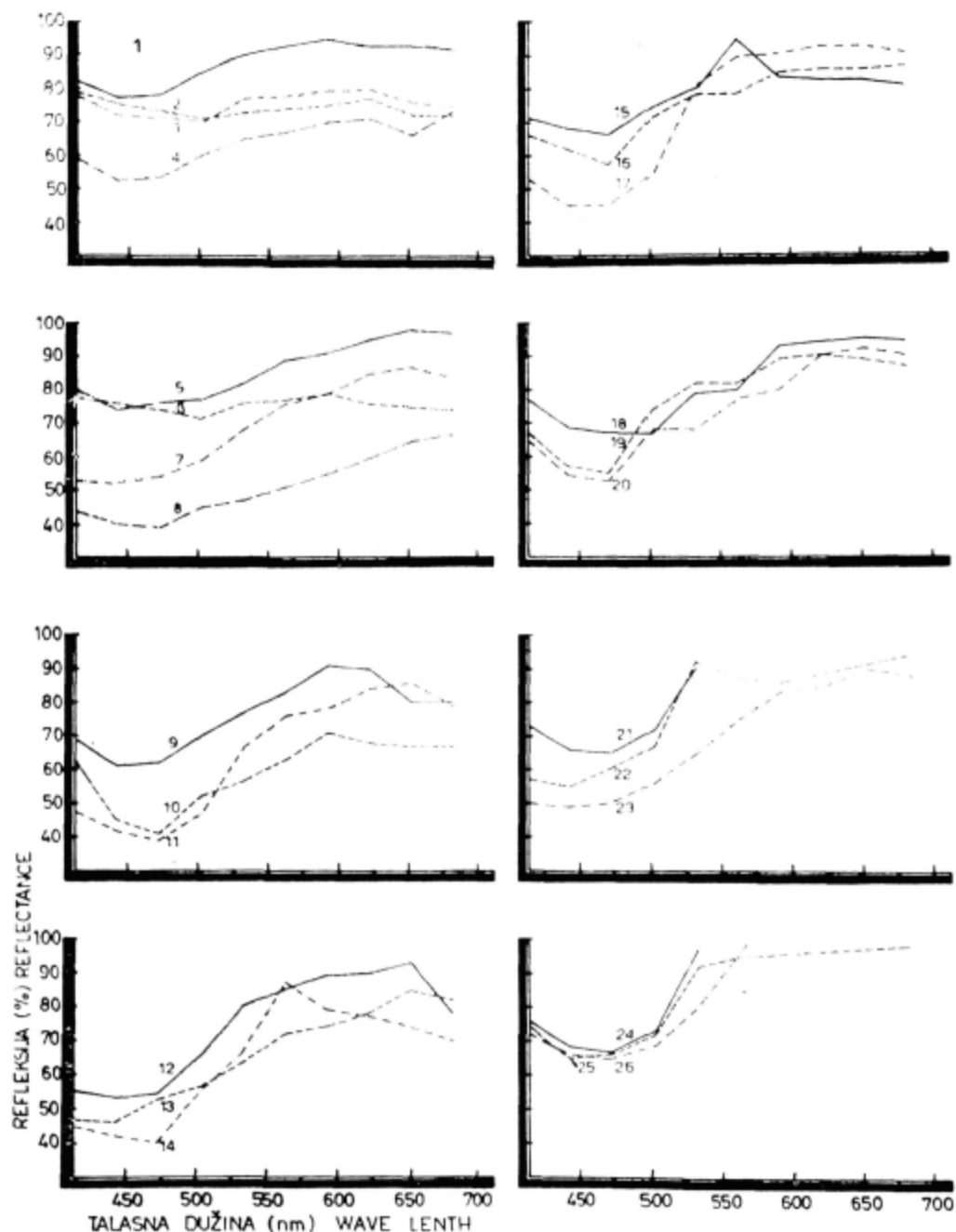
\* Referat je održan na IV Jugoslavenskoj stočarskoj konferenciji u Mostaru od 27—29. IV 1976. Rad je prenesen iz knjige »Radovi poljoprivrednog fakulteta Univerziteta u Sarajevu«.



**Slika 1.** Izgled spektrofotometra Spectronic 20, Bausch & Lomb, Inc. bez priključka (gore) i sa priključkom A za merenje refleksije svetlosti (dole).

Međutim, može se reći da kod svih postoji gotovo ista tendencija kretanja tih kriva. Pre svega, počevši od 400 nm, krive pokazuju tendenciju opadanja % refleksije, tako da je minimalna refleksija u intervalu 445—475 nm.

Kako se vidi, s daljim povećanjem talasne dužine — % refleksije raste. S druge strane, treba zapaziti da je rastojanje između kriva uglavnom najveće u zoni kada one pokazuju minimalan % refleksije, što znači da se pri tim ta-



Slika 2. Spectralne krive refleksije:

1 — UHT mleko »1«, 2 — kuvano mleko, 3 — sirovo mleko, 4 — autokavisano mleko  
 5 — kiselo ovčije mleko, 6 — pasterizovano mleko, 7 — UHT mleko »2«, 8 — čokoladno mleko, 9 — novosadski sir, 10 — kačkavalj, 11 — trapist, 12 — novosadski sir, kravljji, 13 — gauda, 14 — ementalac, 15 — jogurt, 16 — pasterizovana pavlaka, 17 — maslac, 18 — kisela pavlaka, 19 — sirova pavlaka, 20 — autoklavisana pavlaka, 21, 22, 23, 24, 25, 26 — topljeni sirevi.

lasnim dužinama može dobiti najveća numerička razlika u intenzitetu boje pri njenom menjanju. Stoga se može zaključiti da za praktična komparativna ispitivanja intenziteta boje u mlečnim proizvodima treba se koristiti talasnim dužinama u tom intervalu. U našim ispitivanjima u ovom radu koristili smo se talasnom dužinom 475 nm.

Da bismo bolje sagledali vrednost ovog objektivnog merenja boje mlečnih proizvoda, izvršili smo nekoliko eksperimenata u kojima je praćena promena boje zavisno od tehnološkog procesa ili u toku čuvanja proizvoda.

**Tabela 1.**

**Boja mleka i mlečnih proizvoda određena refleksijom na talasnoj dužini 475 nm**

Proizvod	Refleksija (%)		
	475 nm		
Mleko			
sirovo			73
pasterizovano			74
kuvano			71
autoklavisano			53
Mleko, UHT: čuvano na	(5°C)	(20°C)	(55°C)
1 dan	80	80	80
14 dana	80	78	73
45 dana	79	76	62
180 dana	79	75	51
Čokoladno mleko, UHT			39
Pavlaka (vrhnje) (20%)			
sveža			55
pasterizovana			57
autoklavisana			52
kisela			67
Jogurt (3,2%)			66
Kiselomlečno, ovčije (6,0%)			76
Maslac			45
Sir			
Kačkavalj			41
Trapist			39
Gauda			52
Ementalac			40
Novosadski (kravlji)			54
Novosadski (ovčiji)			62
Topljeni sir			
I			60
II			65
III			66
IV			66
V			65
VI			
VII*			50

\* Sterilizovan u konzervi i čuvan 7 godina na sobnoj temperaturi.

U Tabeli 1. prikazano je kretanje promene % refleksije kod nekih proizvoda zavisno od nekih faktora koji utiču na njihovu boju. Tako se može videti da pri termičkoj obradi istog uzorka sirovog mleka — % refleksije se malo

povećava kao posledica pasterizacije, dok pri kuvanju % refleksije se znatno smanjuje, a naročito kod autoklavanja mleka. Ista pojava se zapaža i kod pavlake. Obrazovanje melanoida pri takvoj termičkoj obradi jasno se odražava na tamnjenju proizvoda i ona se veoma dobro otkriva merenjem refleksije. Takva reakcija tamnjenja (browning), tj. obrazovanje melanoida je veoma izražena kod UHT mleka. U ogleđima kod čuvanja UHT mleka do šest meseci na raznim temperaturama pokazalo se da na 5°C dolazi do veoma male promene boje odnosno tamnjenja, dok na 20°C već posle tamnjenja je veoma uočljivo. Na 55°C proces tamnjenja je veoma izražen, tako da je % refleksije pao sa 80 na 51 u toku šestomesečnog čuvanja. Utvrđena je takođe velika razlika u boji između pojedinih naturalnih sireva. Razlike su uočljive i kod topljenih sireva. Naročito nizak % refleksije utvrđen je kod konzervisanog sterilizovanog sira koji je čuvan 7 godina (uzorak VII). U posebnim ogleđima na somborskom siru koje sada izvodimo iskoristili smo ovu mogućnost za merenje promene boje u toku zrenja.

Iz ovih rezultata ispitivanja se vidi da postoji dosta veliki raspon procenta refleksije koju daje boje mlečnih proizvoda. U zoni minimalnog % refleksije taj raspon se kreće od 40 do 80, što predstavlja široko merno područje, te to znači veliku prednost. S druge strane, veoma male promene boje koje su teško uočljive golim okom mogu se otkriti refleksometrijom. To se najbolje vidi kod svežeg i pasterizovanog mleka i pavlake. Stoga je ovo pogodna metoda za merenje promene boje proizvoda zavisno od tehnoloških, hemijskih i drugih faktora. Pošto se subjektivni psihofizički faktori isključuju ovom metodom, to se ona može koristiti za testiranje ocenjivača na njihovu osetljivost prema bojama i sl. Postoje široke mogućnosti primene.

### Zaključak

Ispitivanje mogućnosti primene refleksometrije za objektivno merenje boje mlečnih proizvoda dalo je dobre rezultate.

Upotreba spektrofotometra Spectronic 20 s priključkom za merenje refleksije svetlosti omogućava objektivno određivanje intenziteta boje mlečnih proizvoda. Postupak je jednostavan i brz te je pogodan i za rutinske analize. Ovom metodom se mogu veoma uspešno pratiti vrlo male promene u boji proizvoda.

Stoga se ona može koristiti veoma uspešno kod standardiziranja boje proizvoda, kao i uopšte u kontroli i proceni boje.

Utvrđeno je da je za komparativna ispitivanja boje mlečnih proizvoda najbolje koristiti se talasnim dužinama u zoni minimalne refleksije između 445 i 457 nm.

### Literatura

1. Mackinney G., Little A. C.: Color of foods. The AVI Publishing Co. Inc. 1962.
2. Little A. C., Mackinney G.: The color of foods. **Wor. Rev. Nutr. Diet.** 14 58—84 1972.
3. Riel R. R.: Specifications for the color of butter. Proc. XV **Int. Dairy Congr.** Vol. 3, 1616 1959.
4. de Man J. M.: Measurement of the color of butter and margarin with the E. L. reflectancephotometer. — **Food in Canada.** 3 1966.
5. Color analyzer; Reflectance attachment for Spectronic 20 Colorimeter. Cat. No 33—29—44. Brausch & Lomb Inc., Rochester 2, New York.

## Summary

### MEASUREMENT OF THE COLOR OF MILK AND DAIRY PRODUCTS BY MEANS OF REFLECTANCE

I. F. VUJIČIĆ, A. I. HASSAN — Faculty of agriculture, Novi Sad,  
V. VUJIČIĆ — Jugoinspekt, Novi Sad

The Bausch & Lomb Spectronic 20 colorimeter reflectance attachment (Fig. 1) was used to determine the spectral reflectance curves of milk and dairy products (Fig. 2).

The reflectance curves indicate a minimum percentage of reflectance at wavelength 445–475 nm. A single measurement at 475 nm (Table 1) was found to yield a satisfactory numerical characterization of the color of milk and dairy products. Practical applications of color measurement by means of reflectance are discussed and the use of Spectronic 20 Colorimeter with reflectance attachment is suggested.

### TRANSFORMACIJA PROTEINSKOG KOMPLEKSA MLEKA DEJSTVOM BAKTERIJE LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS

Dr Stojanka MITIĆ, Margita ČUPERLOVIĆ, Institut za mlekarstvo,  
Beograd, INEP, Zemun

Mnogobrojne studije su pokazale da *L. acidophilus* svojim inhibitornim i bakteriostatičnim dejstvom deluje na veliki broj patogenih i štetnih saprofitnih bakterija. Laktobacili održavaju saprofitnu floru u crevnom traktu čime omogućavaju normalno odvijanje fizioloških procesa i bolju apsorpciju masti, vitamina i mineralnih materija (Raymond, 1955). Savremena medicina koristi laktobacile u liofilizovanom stanju u cilju regeneracije i stabilizovanja poremećaja crevne mikroflore. Ispitivanja koja se vrše posljednjih godina odnose se uglavnom na mikrobiološkom dokazivanju vitamina B-12, folne kiseline i Ca-pantotenata (Mitić i sar. 1975). Ocenjujući da nema podataka i o drugim biološkim rezultatima *L. acidophilus*, pristupili smo proučavanju transformacije proteinskog kompleksa mleka u cilju procene biološke vrednosti acidofilnog mleka. Dobijene rezultate saopštavamo u ovom radu.

#### Materijal i metodika

Sterilno obrano mleko u prahu, uz prethodnu rekonstituciju, korišćeno je za inokulisanje *L. acidophilus*. Inkubacija je vršena na 37°C u toku 24 časa, posle toga acidofilno mleko je hladeno u frižideru na 4°C.

Analize ukupnog aminokiselinskog sastava izvršene su posle hidrolize mleka sa jednakom zapreminom 12 n HCl (24 časa na 110°C). Hidrolizat je uparen do suva na rotacionom evaporatoru, rastvoren u citratnom puferu pH 2,2 (tehnika Moora i Steina, 1963) i analiziran na automatskom analizatoru aminokiselina, Spinco-Beckman, model 125 B. Frakcionisanje proteina mleka vršeno je na koloni Sephadex-a G-100 (30 × 25 cm), koja je pripremljena sa natrijum fosfatnim puferom pH 6,98 (+0,11). Sephadex je ispiran u koloni nekoliko