

Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica  
Higijena i tehnologija mleka

# Fizička i fizičko-hemijska svojstva mleka



Tijana Ledina, docent

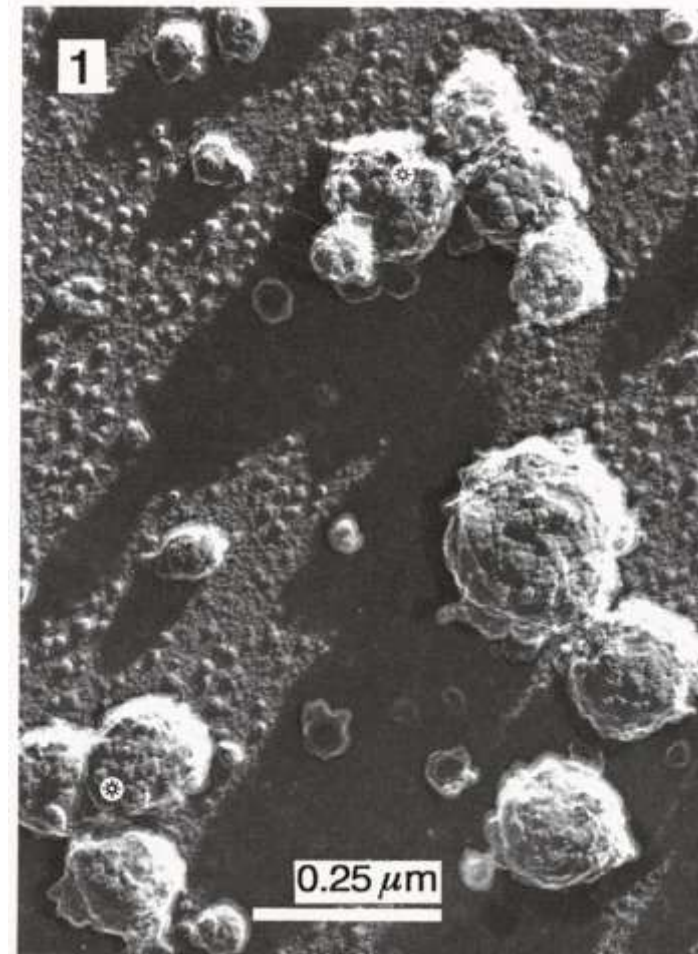
# Senzorna svojstva mleka

- Boja – neprozirna bela tečnost sa žućkastom nijansom
- Miris – specifičan u odnosu na poreklo životinje
- Ukus – blago sladak zbog prisustva laktoze
- Konzistencija



# Polidisperzni sistem mleka

- Laktoza – pravi rastvor
- Soli mleka – pravi (jonsko-molekularna disperzija) i koloidni rastvori
- Proteini: koloidni rastvor
- Mast: emulzija/suspenzija



# Kiselost

- Prirodna kiselost: proteini, fosfati, citrati,  $\text{CO}_2$
- Stečena kiselost: dejstvo BMK

- 1) Кравље сирово млеко:
- има најмање 3,2% млечне масти,
  - има најмање 3,0% протеина,
  - има најмање 8,5% суве материје без масти,
  - је густине 1,028–1,034 g/cm<sup>3</sup> при температури од 20 °C,
  - је pH 6,5–6,7,
  - има кiselost 6,6–6,8° SH
  - има тачку мржњења која није виша од -0,515 °C,
  - је резултат алкохолне пробе са 72% етил алкохолом негативан;

- Titraciona (Soxlet, Thörner, Dornic) i aktivna kiselost (pH)

- Promene u kiselosti: promene u sadržaju proteina i fosfata, dejstvo BMK, staromuzni sekret, mastitis

- Puferski kapacitet mleka

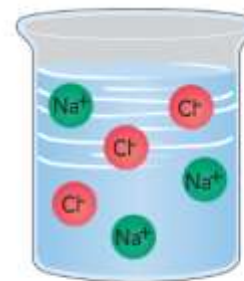


Fig 2.7  
Ionic solution



Fig 2.8  
Neutral solution with pH 7



Fig 2.9  
Alkaline solution with pH  
higher than 7



Fig 2.10  
Acid solution with pH less than  
7

# Gustina mleka

- Gustina predstavlja odnos mase u jedinici zapremine homogenog tela pri određenoj temperaturi
- Proteini, laktoza i mineralne materije imaju **veću** gustinu od prosečne gustine mleka, dok mast i voda imaju **manju** gustinu od prosečne gustine mleka

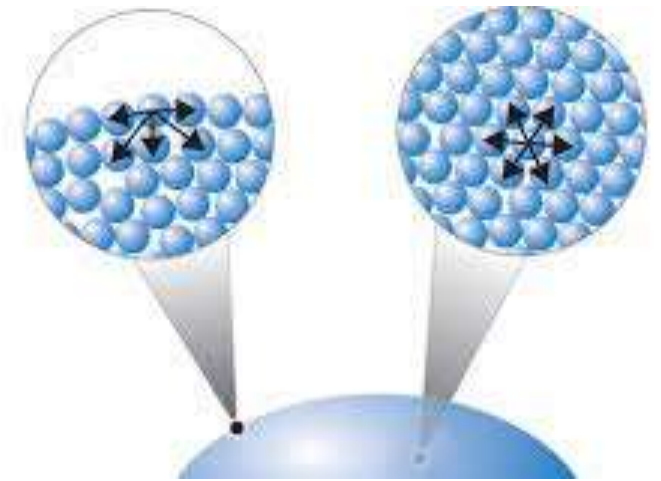
1) Кравље сирово млеко:

- има најмање 3,2% млечне масти,
- има најмање 3,0% протеина,
- има најмање 8,5% суве материје без масти,
- је густине 1,028–1,034 g/cm<sup>3</sup> при температури од 20 °C,
- је pH 6,5–6,7,
- има киселост 6,6–6,8° SH,
- има тачку мржњења која није виша од -0,515 °C,
- је резултат алкохолне пробе са 72% етил алкохолом негативан;



# Površinski napon

- Površinski napon predstavlja rad koji je potreban da se površina neke tečnosti poveća za  $1 \text{ cm}^2$
- Površinski napon mleka:  $4,9 \times 10^{-2} \text{ J/m}^2$
- Glicerol, glicerofosfatidilholin, slobodne masne kiseline, kazein – snižavaju površinski napon
- Stvaranje pene, skrame i stvaranje adsorpcionog sloja masnih kapljica zavise od površinskog napona



# Oksidoredukциони potencijal

- Redoks potencijal (Eh) predstavlja mali električni napon koji se stvara tokom promene elektrinog naboja koji nastaje u oksidoredukcionim procesima
- +0,2 do +0,3 V
- Redoks potencijal mleka zavisi od količine rastvorenog kiseonika
- Oksidoredukциони potencijal može da se koristi u svrhu indirektnog određivanja broja mikroorganizama (nije pouzdan)

Redox System	$E_0$ at pH 6.7 (V)
Fe <sup>2+</sup> /Fe <sup>3+</sup>	+0.77
Cu <sup>+</sup> /Cu <sup>2+</sup>	+0.15
(Dehydro)ascorbate	+0.07
Riboflavin	-0.20
Lactate/pyruvate	-0.16
Methylene blue	+0.02

# Viskoznost

- Predstavlja otpor tečnosti pri proticanju, kao posledica međumolekulskih sila privlačenja (Pa·s – Paskal sekund)
- Relativna viskoznost mleka u odnosu na viskoznost vode: prosečno  $1,80 \cdot 10^{-3}$  Pa·s, u intervalu 1,30 do  $2,20 \cdot 10^{-3}$  Pa·s
- Zavisi od količine, stepena hidratacije i disperznosti proteina, kao i mase, stepena disperznosti i agregatnog stanja mlečne masti





# Osmotski pritisak

- Mleko i krv su izotonični
- Osmotski pritisak je najstabilnija fizička osobina mleka
- Zavisi od veličine i količine molekula i jona
- Laktoza i mineralne materije (hloridi)
- Prosečno iznosi 0,67 KPa

# Tačka mržnjenja

- Zavisi od osmotskog pritiska i zbog toga je voma stabilna vrednost
- Zavisi od sadržaja laktoze i mineralnih materija
- Prosečno:  $-0,55^{\circ}\text{C}$ , a varira u intervalu  $-0,525^{\circ}\text{C}$  do  $-0,5654^{\circ}\text{C}$
- Koristi se za utvrđivanje falsifikovanja mleka vodom
- Dodavanjem vode povećava se tačka mržnjenja, a pri povećanju kiselosti se smanjuje

1) Кравље сирово млеко:

- има најмање 3,2% млечне масти,
- има најмање 3,0% протеина,
- има најмање 8,5% суве материје без масти,
- је густине  $1,028-1,034 \text{ g/cm}^3$  при температури од  $20^{\circ}\text{C}$ ,
- је рН 6,5-6,7,
- има кiselост 6,6-6,80 SH,
- има тачку мржњења која није виша од  $-0,515^{\circ}\text{C}$ ,
- је резултат алкохолне пробе са 72% етил алкохолем негативан;

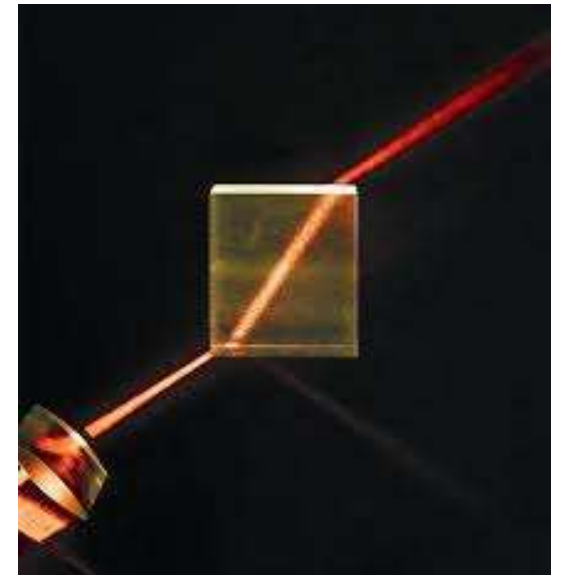


# Električna provodljivost

- Zbog sadržaja elektrolita, mleko pokazuje određen stepen električne provodljivosti
- Najviše zavisi od disosovanih soli (pre svega hloridi natrijuma i kalijuma)
- Provodljivost mleka se kreće u intervalu od 0,0040 do 0,0050  $\Omega^{-1}$
- Koristi se u dijagnostici mastitisa, zbog povećanog sadržaja hlorida, kao i za utvrđivanje dodavanja neutrališućih soli

# Refrakcija svetlosti

- Koeficijent refrakcije predstavlja odnos sinusa upadnog ugla svetlosti i ugla prelamanja kroz pri prelasku iz jedne u drugu sredinu
- Indeks refrakcije mleka: 1,3470-1,3615
- Na refrakciju utiču pravi rastvori
- Stepenn refrakcije mleka (korišćenjem refraktometra): 38-42, prosečno 39 pri 17,5°C
- Koristi se za utvrđivanje dodavanja vode

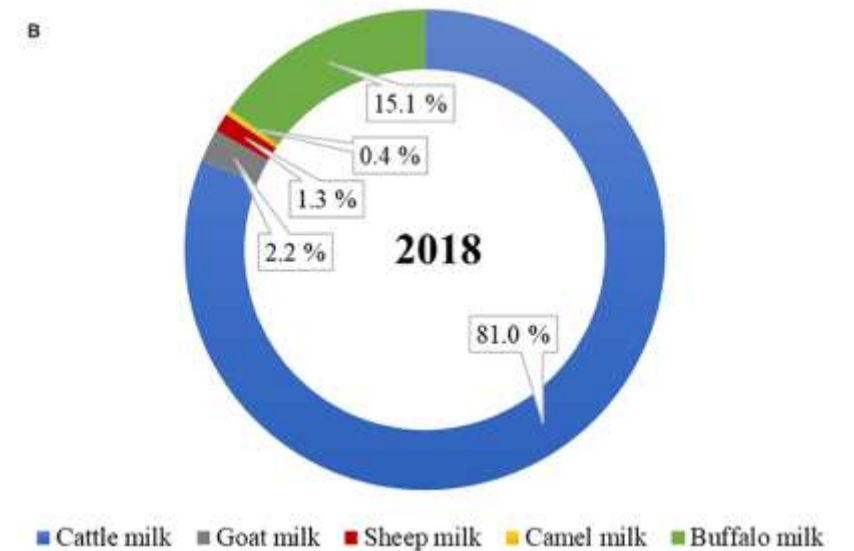
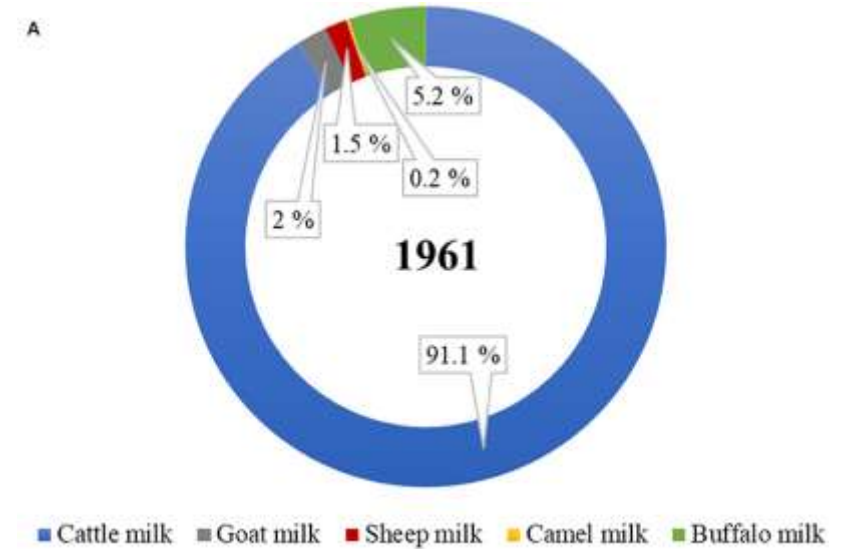




Mleko drugih vrsta sisara

# Podela mleka sisara

- **Kazeinska mleka** sadrže više od 75% kazeina u ukupnim proteinima mleka
- **Albuminska mleka** sadrže manje od 65% kazeina u ukupnim proteinima mleka



# Ovčije mleko

- Količina mleka može mnogo da varira i kreće se 30-60l u ekstenzivnim uslovima, do 1000l kod mlečnih rasa u intenzivnom uzgoju

## 2) Ovčije sirovo mleko:

- ima najmaње 4,0% mlecne masti,
- ima najmaње 3,8% proteina,
- ima najmaње 9,5% suve materije, bez masti,
- ima kiselost 8,0–12,0° SH,
- je gustine 1,034–1,042 g/cm<sup>3</sup> pri temperaturi od 20 °C,
- ima kiselost 8,0–12,0° SH,
- je pH 6,5–6,8,
- ima tачку mржњења која није виша од –0,560 °C;



# Ovčije mleko

Sastojci	Sadržaj (%)
Voda	80,50
<b>Suva materija</b>	<b>19,50</b>
<b>Mast</b>	<b>7,20</b>
Suva materija bez masti	12,30
<b>Proteini</b>	<b>5,70</b>
Kazein	4,50
Laktalbumin i laktoglobulin	0,98
Laktoza	4,30
Pepeo	0,90





# Ovčije mleko

- Veličina masne kapljice u ovčijem mleku iznosi 0,5-25 $\mu$ m
- Viši sadržaj nižih masnih kiselina - kaprilne i kaprinske
- Različit odnos kazeina i proteina mlečnog seruma (80:20) u odnosu na kravlje mleko (82:18)
- Viša kiselost zbog većeg sadržaja proteina
- Veća količina kalcijuma i 10 puta više gvožđa u odnosu na kravlje mleko
- Izraženija bela boja

# Kozje mleko

- U ekstenzivnim uslovima koze proizvode 60-80l mleka po laktaciji, a u intenzivnim i 900-2 700l
- Laktacija traje 6-9 meseci

## 3) Козије сирово млеко:

- има најмање 2,8% млечне масти,
- има најмање 2,5% протеина,
- има најмање 7,5% суве материје, без масти,
- је густине  $1,024-1,040 \text{ g/cm}^3$  при температури од  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ ,
- има киселост  $6,5-8,0^\circ \text{SH}$ ,
- је рН  $6,5-6,8$ ,
- има тачку мржњења која није виша од  $-0,540 \text{ }^\circ\text{C}$ ;



# Kozje mleko

Sastojci	Sadržaj (%)
Voda	87,25
Suva materija	12,75
Mast	3,80
Suva materija bez masti	9,55
Proteini	3,50
Laktoza	4,80
Pepeo	0,65



# Kozje mleko

- Viši sadržaj masnih kiseline kratkih i srednje dugih lanaca
- Sitnije masne kapljice, bez mikroglobulinske frakcije
- Izraženija bela boja
- Manje kazeina u odnosu na kravlje mleko, ne sadrži  $\alpha_{s1}$  frakciju (zbog čega ima rastresitiji gruš)
- Micele kazeina su bogatije kalcijumom i fosforom

# Mleko bivolica

- 760 do 4000l po laktaciji, prosečno 2000l
- Gustina: 1,028–1,030, tačka mržnjenja -0,544 oC.  
Titraciona kiselost: 7,2 do 8,9 °SH, pH 7,2 do 8,0.

Sastojci	Sadržaj (%)
Voda	83,40
<b>Suva materija</b>	<b>17,60</b>
<b>Mast</b>	<b>7,70</b>
Suva materija bez masti	9,90
Proteini	4,10
Kazein	3,50
Laktalbumin i laktoglobulin	0,53
Laktoza	4,80
Pepeo	0,72



# Mleko bivolice

- Po sastavu slično ovčjem mleku
- Za 50% viši sadržaj suve materije u odnosu na kravlje mleko
- Viši sadržaj kazeina, veće micide, bogatiji sumpornim aminokiselinama
- Manje nižih masnih kiselina i polinezasićenih masnih kiselina
- Mast je otpornija na oksidativne promene
- Velike masne kapljice
- Odsustvo  $\beta$ -karotena

# Ženino mleko

- 12,3% suve materije, 3,8% mlečne masti, 1,25% proteina
- Visok sadržaj laktoze - 7,0%
- Najveći deo azotnih materija čine proteini mlečnog seruma - 55%
- Viši sadržaj nezasićenih masnih kiselina
- Bogato lizozimom



# Mleko kobile

Sastojci	Sadržaj (%)
Voda	88,90
Suva materija	11,10
<b>Mast</b>	<b>1,65</b>
<b>Proteini</b>	<b>2,20</b>
Kazein	1,15
Proteini mlečnog seruma	1,05
<b>Laktoza</b>	<b>6,91</b>
Pepeo	0,32

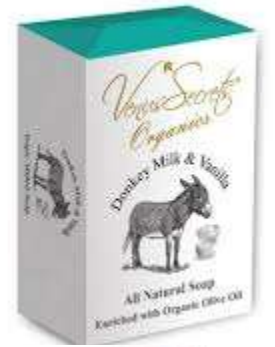




# Mleko magarice

- Laktacija traje 6-7 meseci, a dnevno se pomuže 0,5-1,3l, najviše 2,5l

Sastojci	Sadržaj g/100 g
Voda	88,30–91,20
Suva materija	8,8–11,70
<b>Mast</b>	<b>0,3–1,80</b>
<b>Proteini</b>	<b>1,5–1,80</b>
Kazein	0,64–1,30
Proteini mlečnog seruma	0,49–0,80
<b>Laktoza</b>	<b>5,8–7,40</b>
Pepeo	0,3–0,50



# Mleko magarice

- Viši sadržaj laktoze u odnosu na kravlje mleko, manje masti, proteina i mineralnih materija
- Kazeini 35–45% od ukupnih proteina
- Bogato lizozimom
- Nizak ukupan broj bakterija
- Sličan mineralni sastav kao mleko žene
- Dobra alternativa mleku žene kod alergične odojčadi

# Uporedni prikaz sastava mleka različitih vrsta sisara

Parameter (%)	Krava	Bivolica	Koza	Ovca	Kamila	Kobila	Magarica	Žena
Suva materija	11,8-13,0	15,7-17,2	11,9-16,3	18,1-20,0	11,9-15,0	9,3-11,6	8,8-11,7	10,7-12,9
Proteini	3,0-3,9	2,7-7,4	3,0-5,2	4,5-7,0	2,4-4,2	1,4-3,2	1,4-2,0	0,9-1,9
Mast	3,3-5,4	5,3-9,0	3,0-7,2	5,0-9,0	2,0-6,0	0,3-4,2	0,3-1,8	2,1-4,0
Laktoza	4,4-5,6	3,2-4,9	3,2-5,0	4,1-5,9	3,5-5,1	5,6-7,2	5,8-7,4	6,3-7,0
Pepeo	0,7-0,8	0,8-0,9	0,7-0,9	0,8-1,0	0,69-0,9	0,3-0,5	0,3-0,5	0,2-0,3

Izvor: Roy i sar., 2020.

# Uporedni prikaz profila proteina u mleku različitih vrsta sisara

Proteinska frakcija (g/l)	Krava	Bivolica	Koza	Ovca	Kamila	Kobila	Magarica	Žena
<b>Kazein</b>	24,6-28	32-40	23,3-46,3	41,8-52,6	22,1-26,0	9,4-13,6	6,4-10,3	2,4-4,2
<b>Proteini mlečnog seruma</b>	5,5-7,0	6	3,7-7,0	10,2-16,1	5,9-8,1	7,4-9,1	4,9-8,0	6,2-8,3
<b>Odnos kazein: proteini mlečnog seruma</b>	82:18	82:18	78:22	76:24	73:27 – 76:24	52:48	56:44	29:71 – 33:67
<b>Veličina kazeinske micelle (nm)</b>	150-182	176-180	180-301	180-210	380	255	100-200	64-80

# Mlečna mast različnih vrsta živalin

% svih masnih kiselina	Krava	Bivolica	Koza	Ovca	Kamila	Kobila	Magarica	Žena
Zasićene mk	55,7-72,8	62,1-74	59,9-73,7	57,5-74,6	47,0-69,9	37,5-55,8	46,7-67,7	39,4-45,0
Mononezasićene mk	22,7-30,3	24,0-29,4	21,8-35,9	23,0-39,1	28,1-31,1	18,9-36,2	15,31-35,0	33,2-45,1
Polinezasićene mk	2,4-6,3	2,3-3,9	2,5-5,6	2,5-7,3	1,8-11,1	12,8-51,3	14,17-30,5	8,1-19,1
Veličina masne kapljice (µm)	2,8-4,6	4,1-8,7	2,6-3,7	3,0-4,6	3,0	2-3	1-10	4



