

Katedra za higijenu i tehnologiju namirnica
Higijena i tehnologija mleka

Hemijski sastav mleka: belančevine



Tijana Ledina, docent

PROTEINI MLEKA (94-95% ukupnih azotnih materija)

- SM (12,75%) + H₂O (87,25%)
- Sadržaj proteina mleka prosečno je 3,55% ili 28% suve materije (3,10-3,95%)
- Rastvor / koloid/ suspenzija (emulzija)
- Podela:
 - 1) uslovi za koagulaciju i rastvorljivosti u vodi i rastvorima soli (**kazein i proteini mlečnog seruma**)
 - 2) prema poreklu (**proteini koji se sintetišu u mlečnoj žlezdi i proteini poreklom iz krvi**)

Podela i koncentracija proteina u mleku

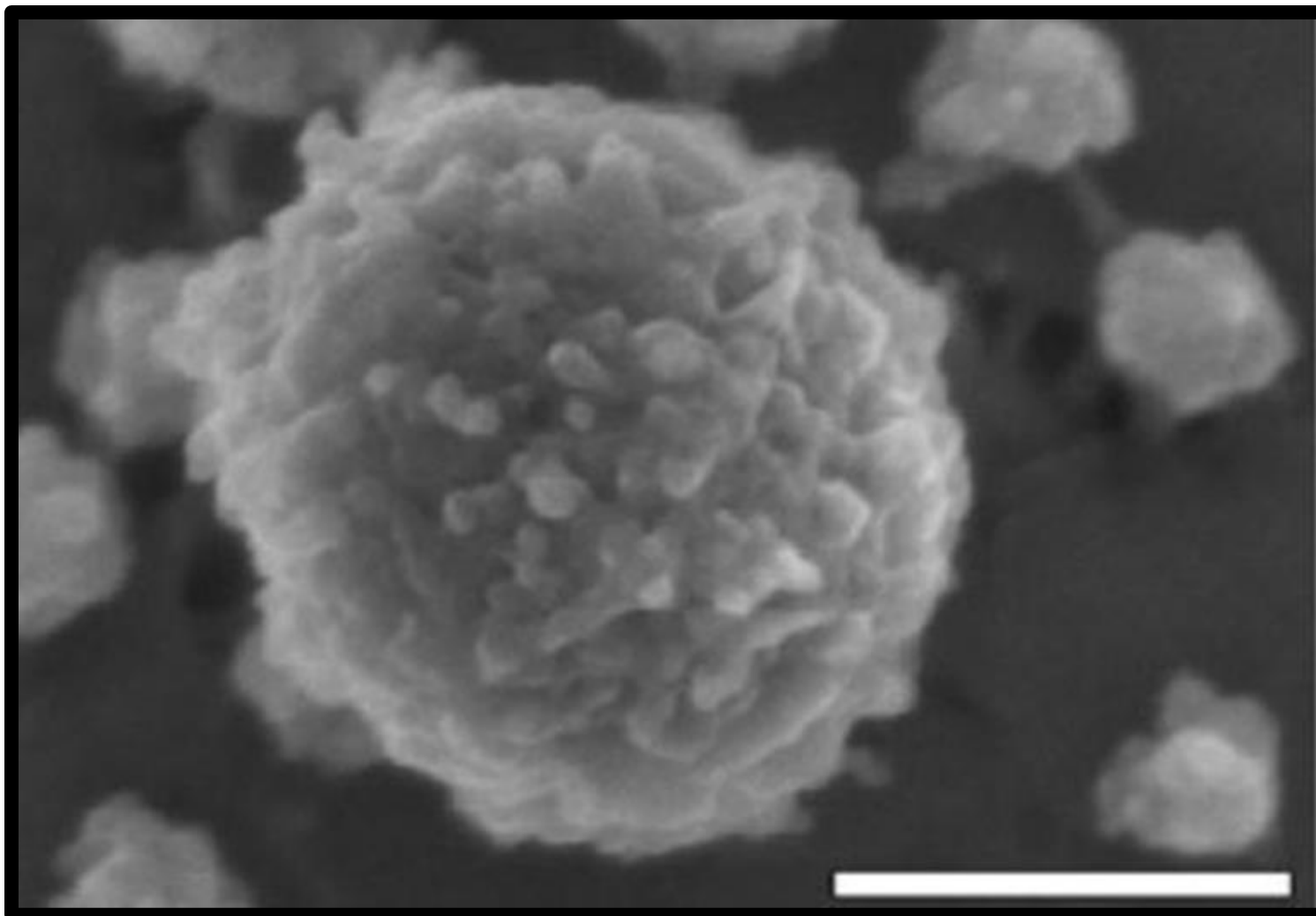
Proteini mleka	Koncentracija u mleku (g/kg)	Procenat od ukupnih proteina (w/w)
Kazein		
α_{s1} -kazein*	10	30,6
α_{s2} -kazein*	2,6	8,0
β -kazein**	10,1	30,8
κ -kazein	3,3	10,1
Ukupni kazein	26	79,5
Proteini mlečnog seruma		
α -laktalbumin	1,2	3,7
β -laktoglobulin	3,2	9,8
Albumini krvnog seruma	0,4	1,2
Imunoglobulini	0,7	2,1
Ostali uključujući proteozo-peptone	0,8	2,4
Ukupni proteini mlečnog seruma	6,3	19,3
Proteini omotača masne kapljice	0,4	1,2
Ukupni proteini	32,7	100

KAZEIN (“*caseus*”)

- 78-85% azotnih materija mleka
- **KAZEINSKA I ALBUMINSKA MLEKA**
- 90-98% u koloidnom rastvoru u obliku koloidnih cestica, micela kazeina, izgrađenih od subjedinica /submicela, dijametra 10-15 nm
- 95% SM micelle – proteini; micelarni/koloidni kalcijum-fosfat (u tragovima Mg, citrate i ostali minerali)
- Prosečna velicina micelle kazeina / 50 – 500 nm
- Izuzetno hidratisani – 3,3 g H₂O/g proteina
- **PROTEIN – SLOZENI PROTEIN – FOSFOPROTEIN – GLIKOPROTEIN**
- Elektroforetske frakcije / α_{s1} , α_{s2} , β , κ kazein (40%, 10%, 35% and 15% (w.w),)

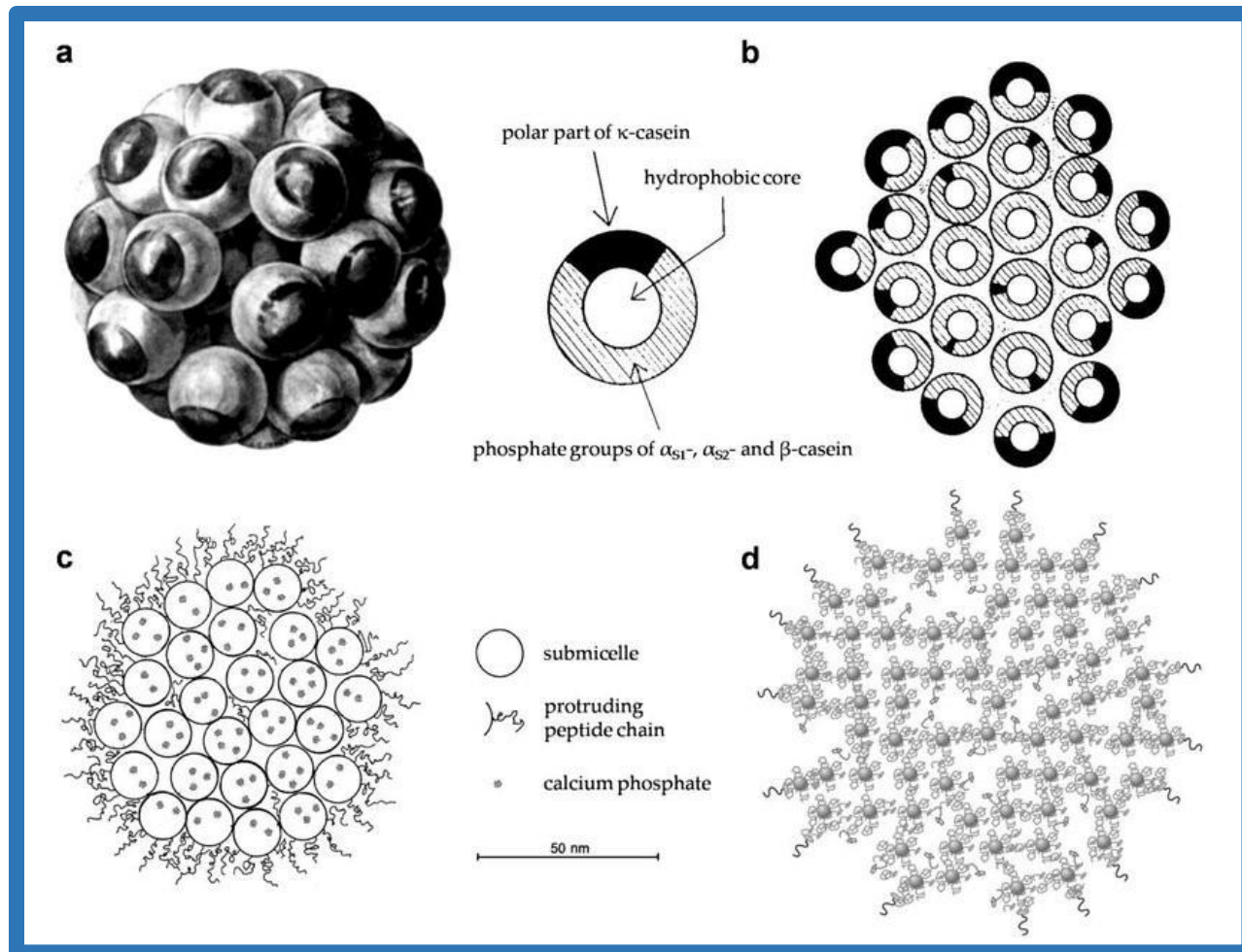
BIOLOŠKE ULOGE KAZEINA I NJEGOVA GRAĐA

1. Sekretija visokih koncentracija kalcijuma, bez kalcifikacije mlečne žlezde
2. Sprečavanje amiloidoze mlečne žlezde
3. Ishrana mladunčadi (zadržavanje u gastrointestinalnom traktu dovoljno dugo da se iskoriste svi nutrijenti)

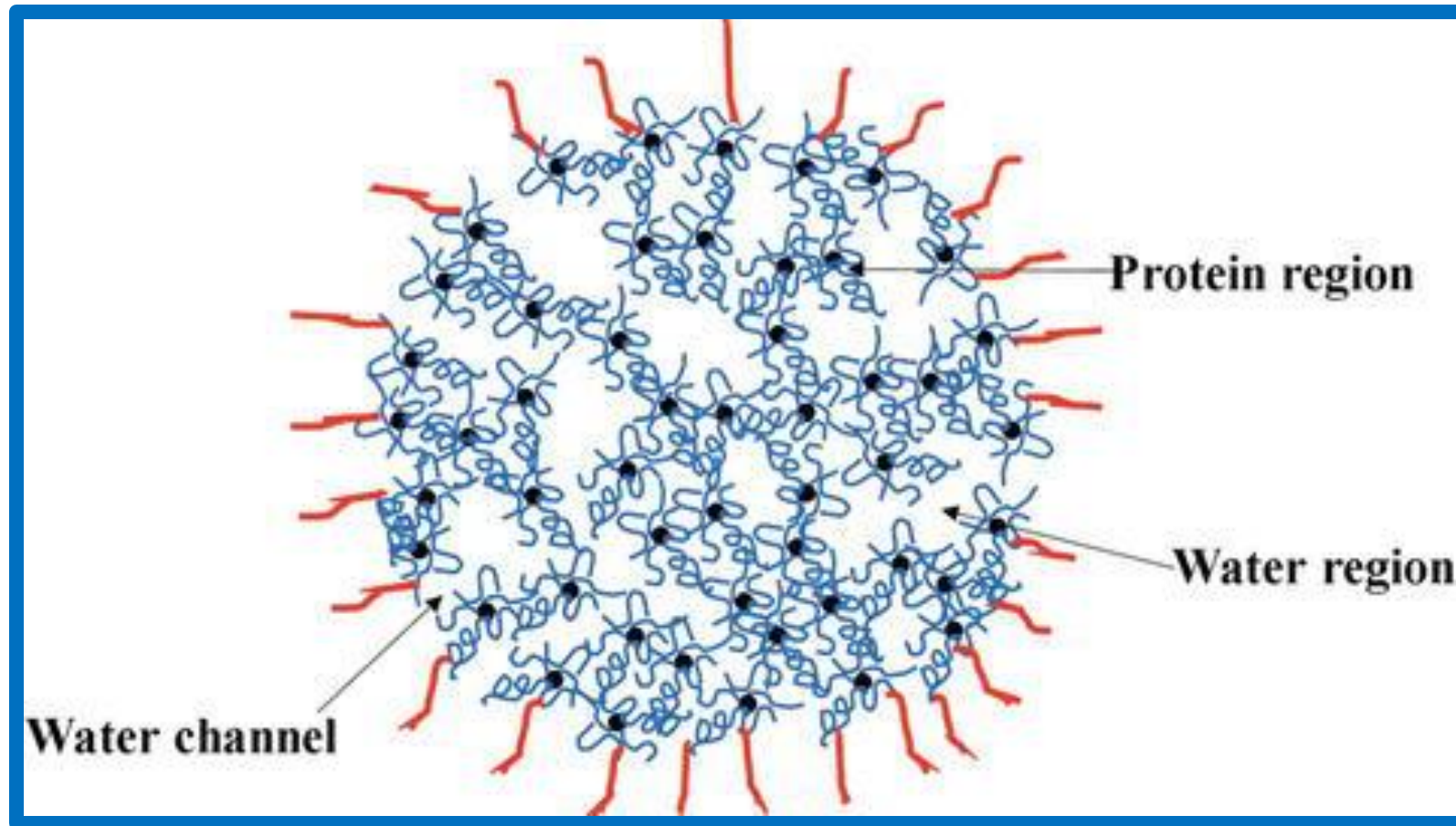


Elektronska mikrofografija micela kazeina

MODELI KAZEINSKE MICELE





Šematski prikaz kazeinske micelle sagrađene od otprilike četrdeset submicela - Slatteri i Evard (1973) (a). Svetlijom bojom su prikazani hidrofobni regioni koji sadrže uglavnom α S1-kazein i β -kazein. Tamniji regioni predstavljaju hidrofилne regione koji sadrže κ -kazein. Sličan model je postavio Schmidt (1980) pri čemu se pretpostavljalo da koloidni kalcijum fosfat ispunjava prostor između micela kazeina (b). U modelu Valstra (1999), koloidni kalcijum-fosfat se nalazi unutar submicela (c). Model Dalgleish i Corredig (2012b) nije zasnovan na submicelama, već na matričnoj strukturi sa nanoklasterima koloidnog kalcijum-fosfata okruženim kazeinima osetljivim na kalcijum koji su, zauzvrat, umreženi drugim tipovima veza i κ -kazeinima koji štite površinu micela (d) .





Struktura micela kazeina: Crne sfere predstavljaju nanoklastere kalcijum-fosfata koji se rastvaraju tokom procesa acidifikacije. Plavi kalemovi predstavljaju α S i β -kazeine; crvene linije na krajnjem delu površine predstavljaju k-kazeine. (Izvor: Vang i Zhao).

Calcium phosphate $\text{Ca}_9(\text{PO}_4)_6$

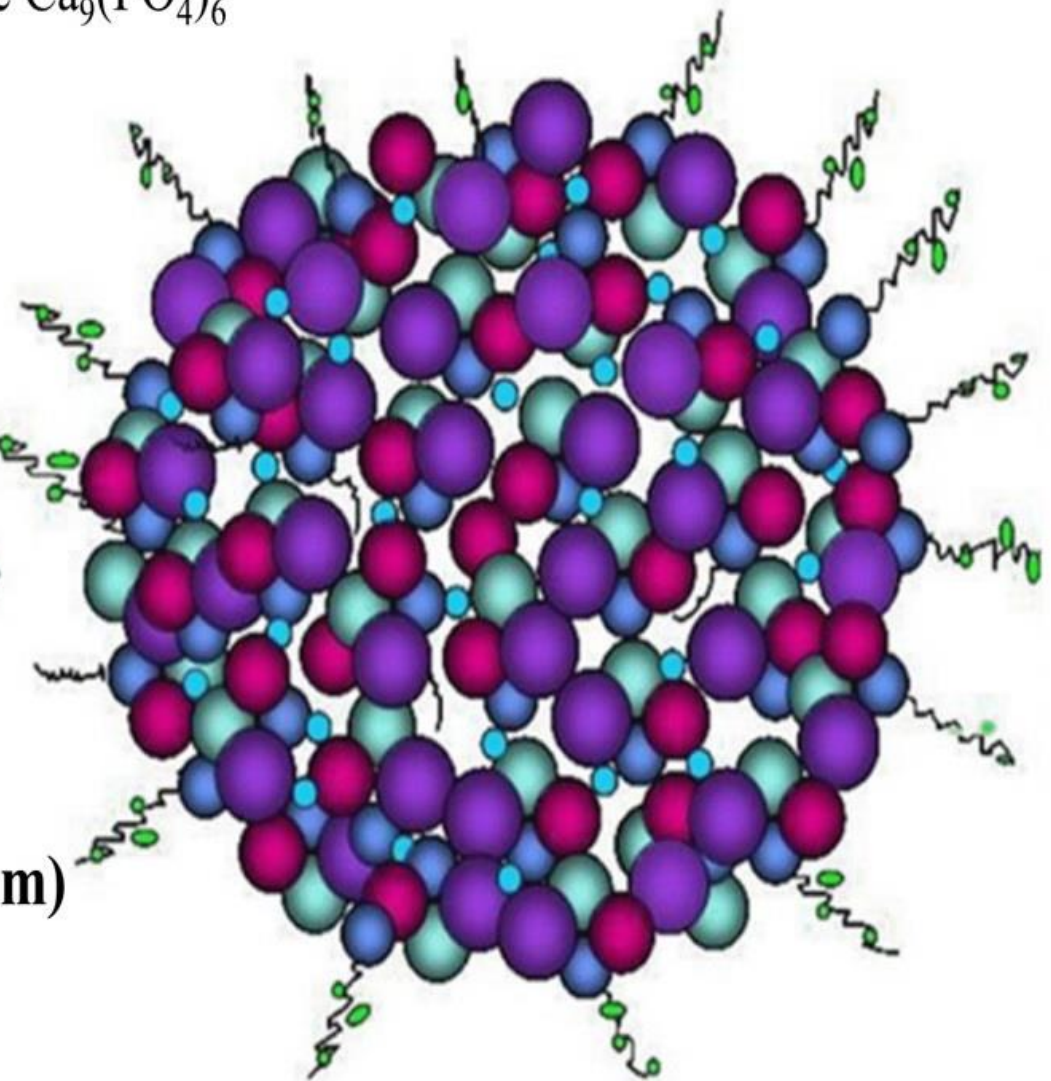
 α s1- casein

 α s2- casein

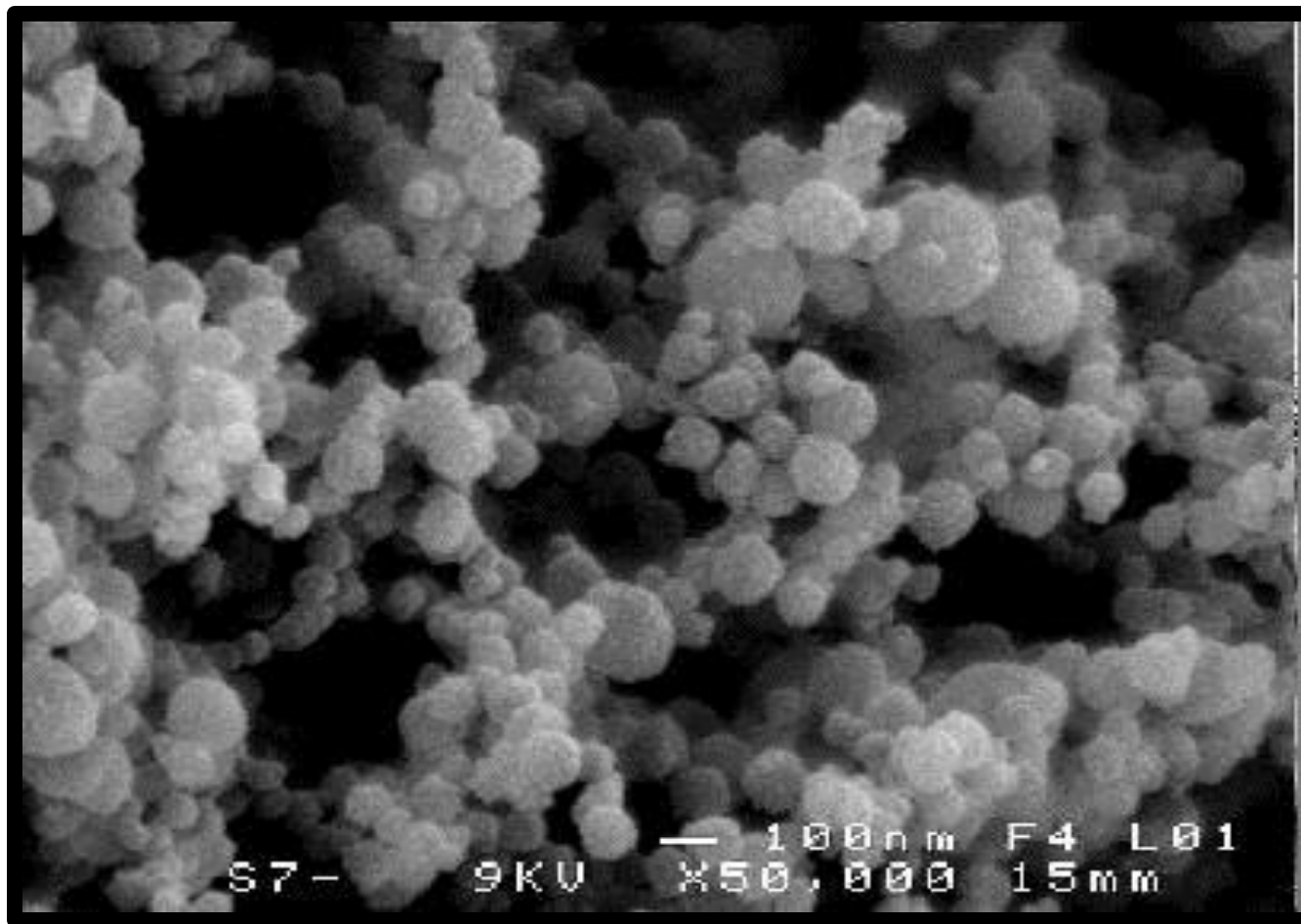
 β - casein 

 κ - casein

 **Submicelles (12-15 nm)**



Micelle (20-300 nm)



SEM / skenirajuca elektronska mikroskopija kiselog kazeinskog gela

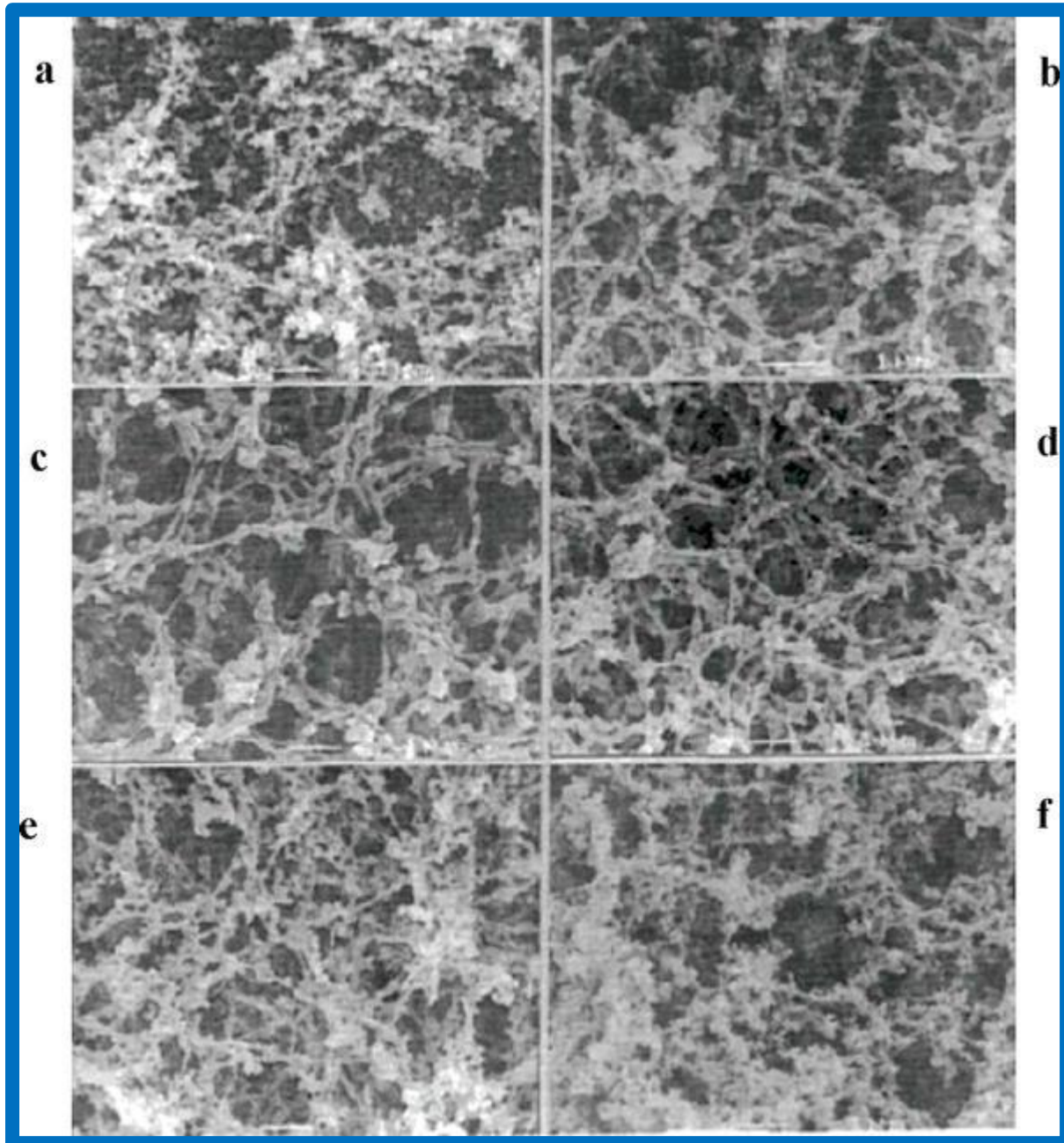


Figure 3.

SEM micrographs of acidified milk critical-point dried samples at different pH:

pH 5.8 (a),

pH 5.5 (b),

pH 5.3 (c),

pH 5.0 (d),

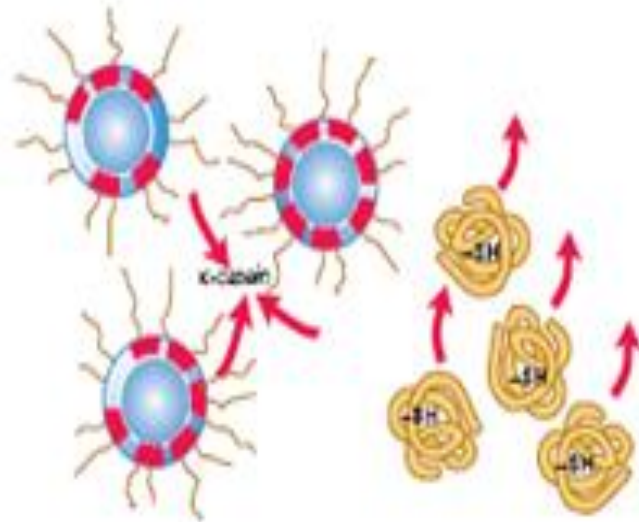
pH 4.8 (e),

pH 4.7 (f).

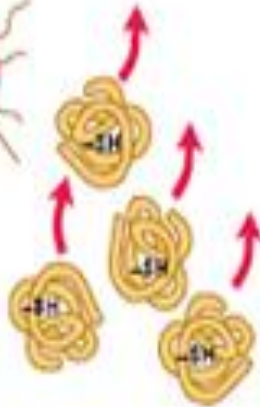
(Source: Gastaldi et al. [33]).

Reakcija između kazeina i proteina mlečnog seruma

Micele kazeina



Proteini surutke



Kompleks κ -kazeina i denaturisanog β -laktoglobulina

