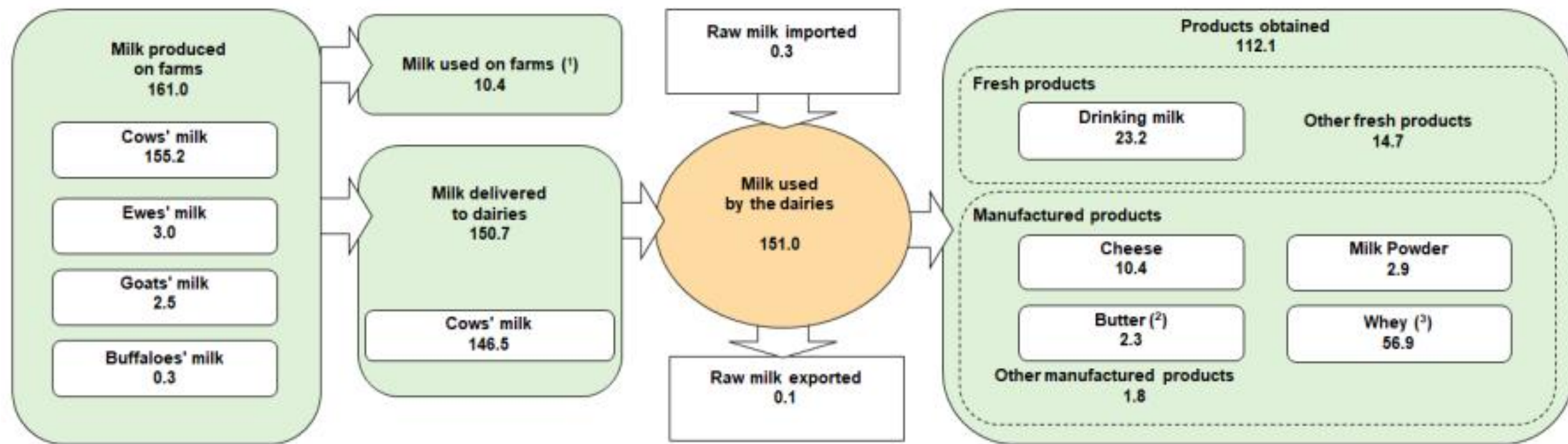


TECHNOLOGIE MLÉKA

Úvod do problematiky

PRODUKCE MLÉKA v rámci EU

Production and use of milk
(million tonnes, EU, 2021)



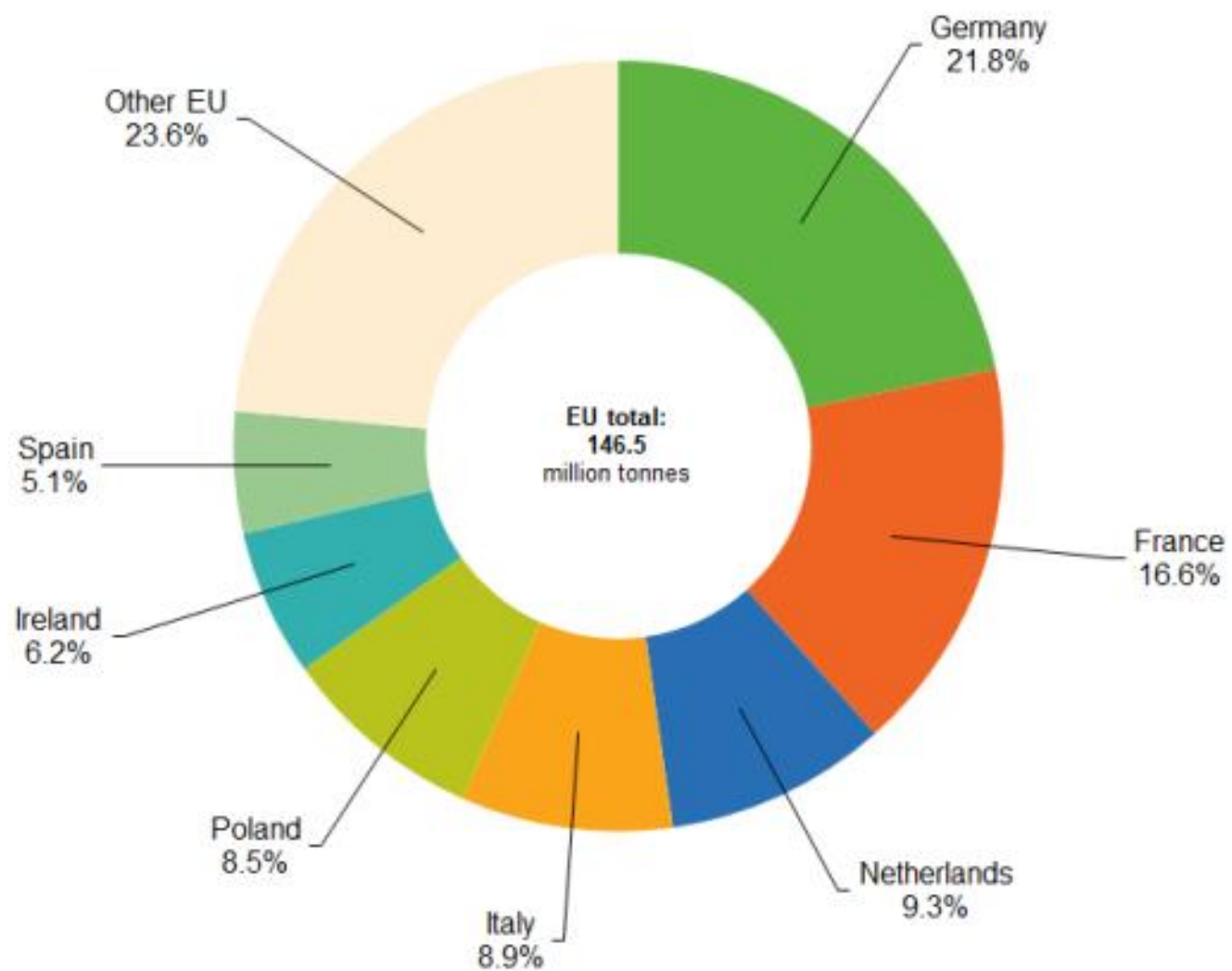
(1) In whole milk equivalent

(2) Includes other yellow fat dairy products; expressed in butter equivalent.

(3) In liquid whey equivalent.

Source: Eurostat (online data codes: apro_mk_pobta and apro_mk_farm)

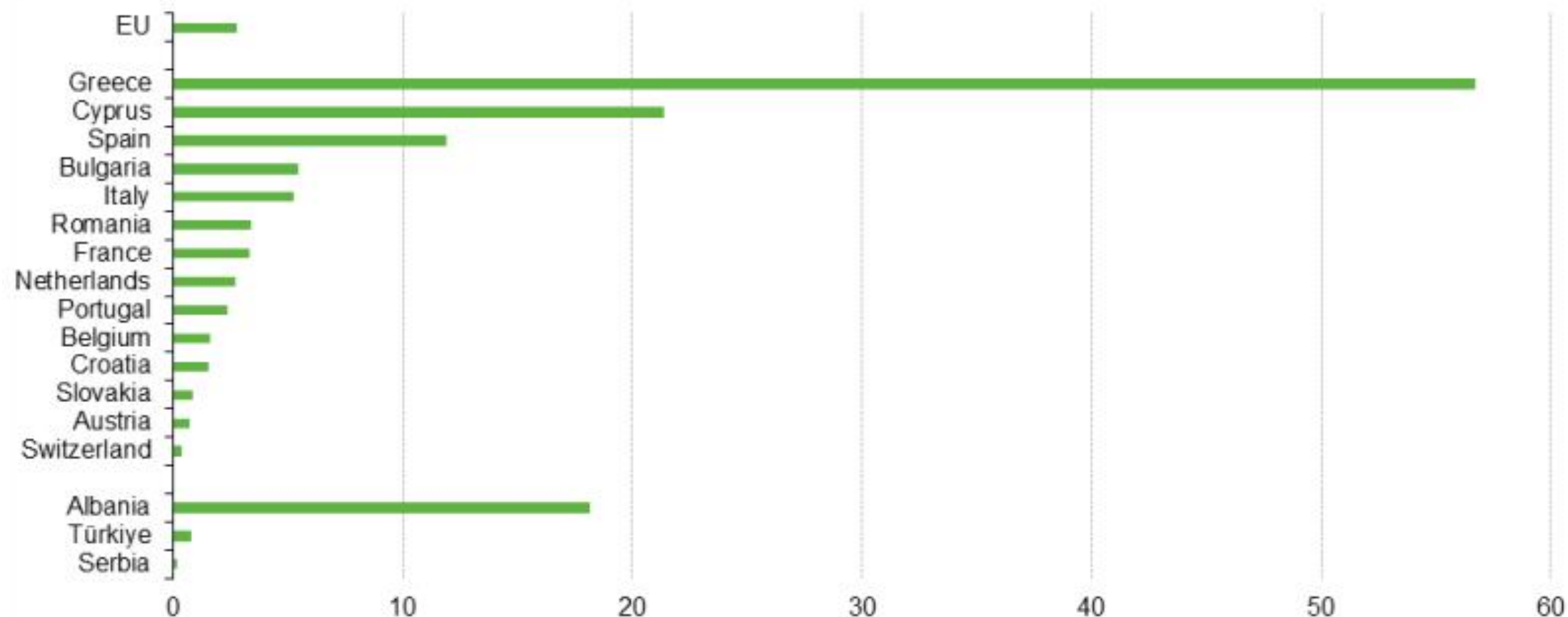
Collection of cows' milk by dairies (%, 2021)



Source: Eurostat (online data code: apro_mk_pobta)

Milk collection from animals other than cows

(% of total milk delivered to dairies, 2021)

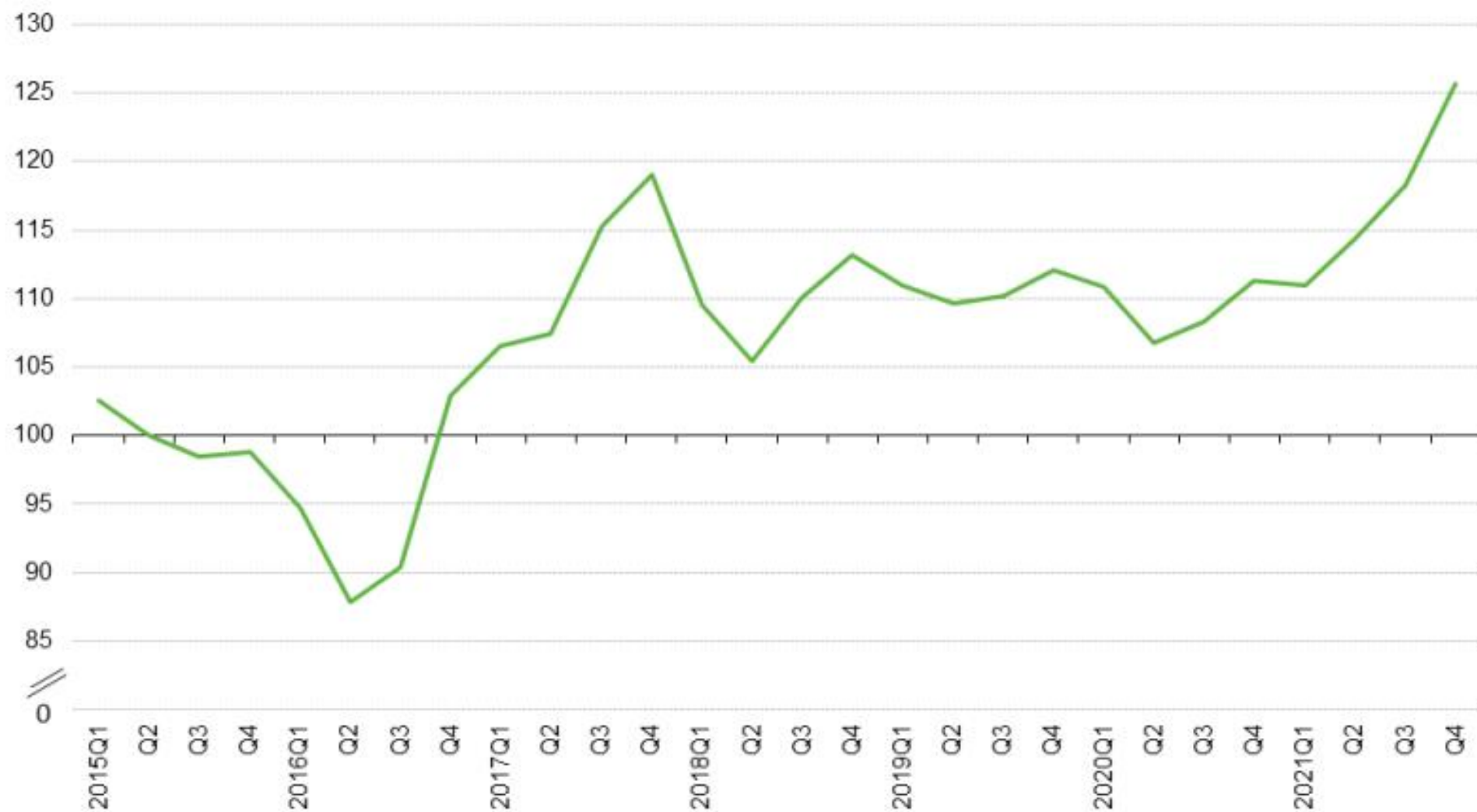


Note: Little or no milk from animals other than cows is produced in the Member States that are not shown in this Figure.

EU estimate made for the purpose of this article. France and Latvia (cow's milk), provisional data.

Source: Eurostat (online data code: apro_mk_pobta)

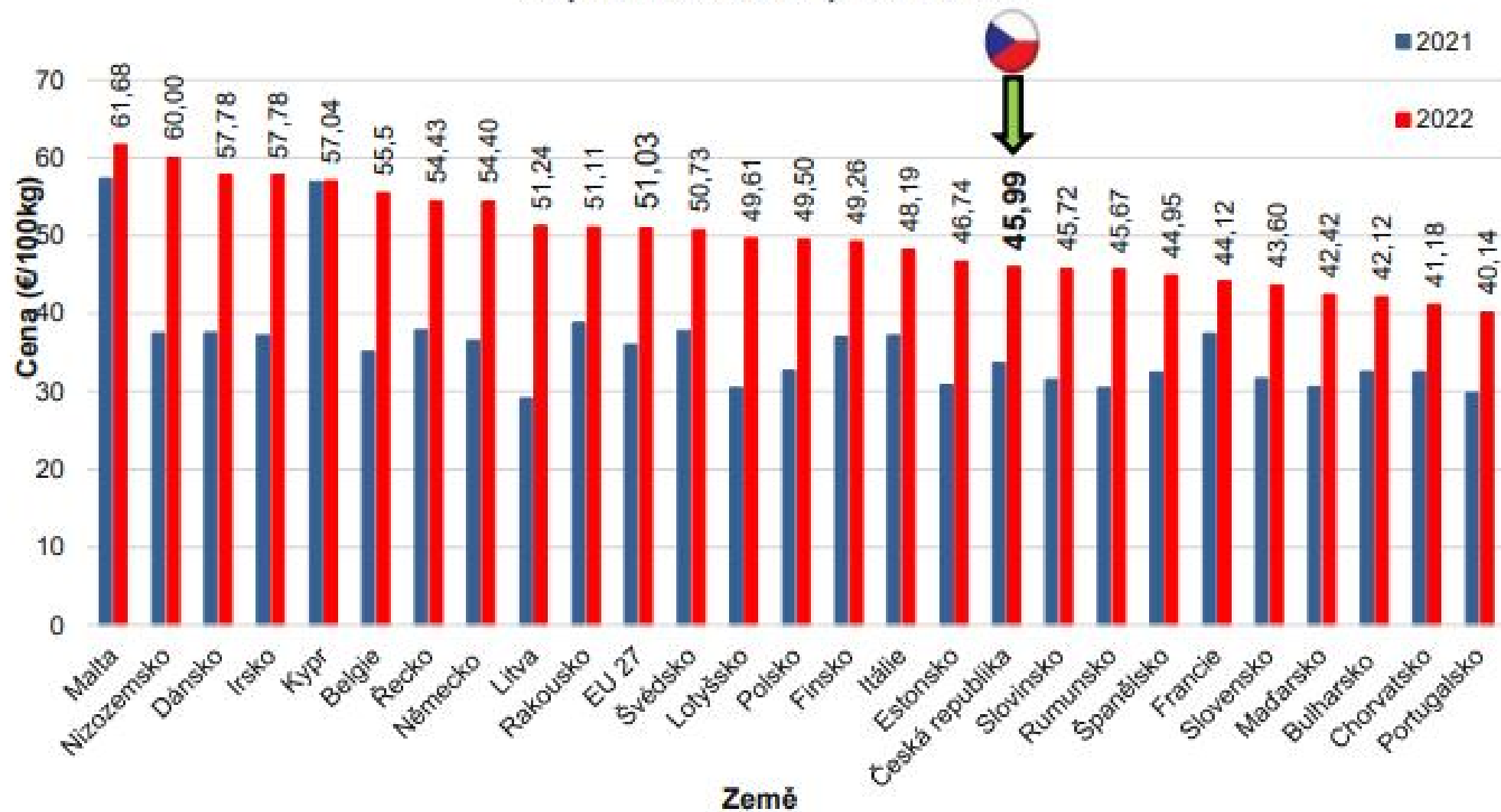
Development of price indices for milk (2015 = 100, EU, 2015-2021)



Source: Eurostat (online data code: apri_pi15_outq)

Vývoj cen (€/100kg) za syrové kravské mléko v EU - 27 v červenci 2022

Zdroj: Milk Market Observatory ke dni 7. 9. 2022

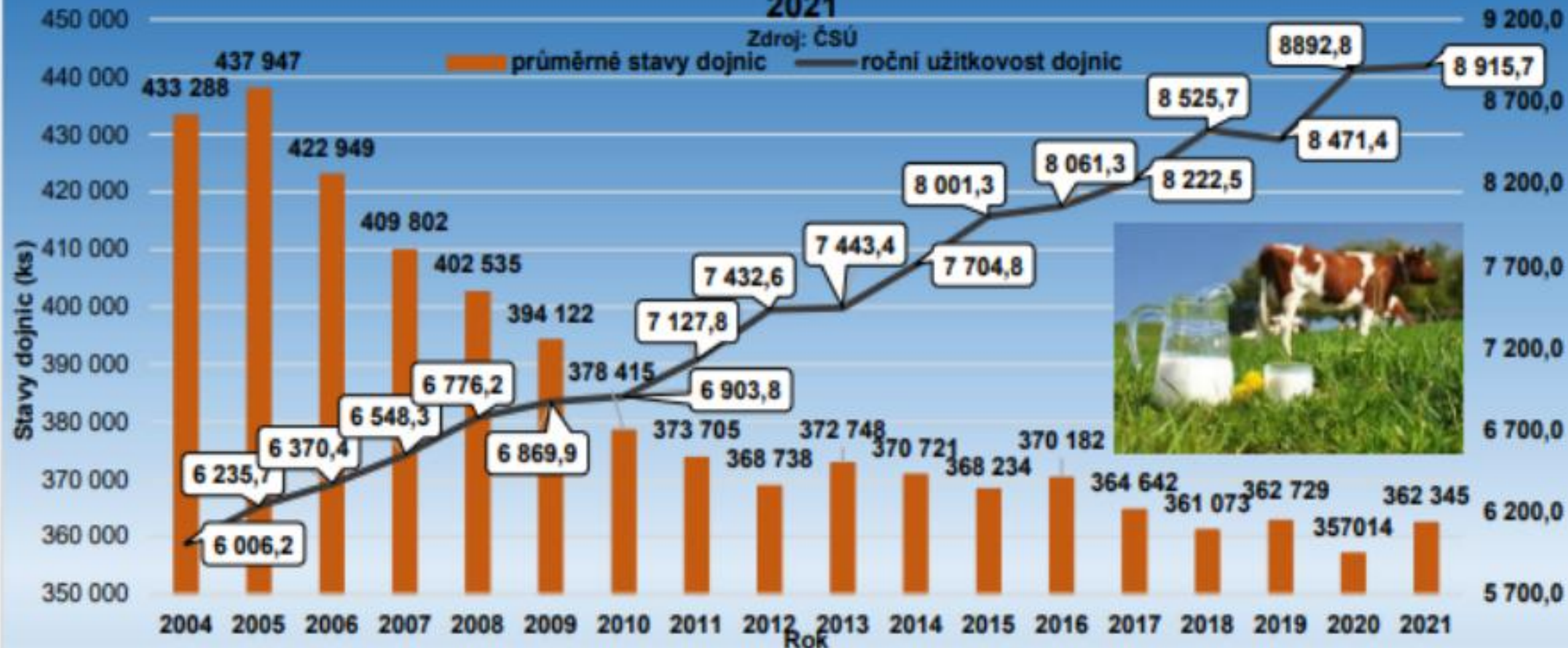


PRVOVÝROBA MLÉKA v ČR

- **Simentalské (České strakaté) plemeno** = 45,6 % (plemeno kombinované, užitkovost 6352 litrů za laktaci, lepší profil MK)
- **Holštýnské plemeno** = 48,7 % (plemeno mléčné, užitkovost 8373 litrů za laktaci)
- Ostatní plemena = 6,7 % (Montbeliarde, Ayrshire, Jersey...)
- Tržnost mléka 95,9 %
- <https://www.youtube.com/watch?v=-4SIWNcJPel>

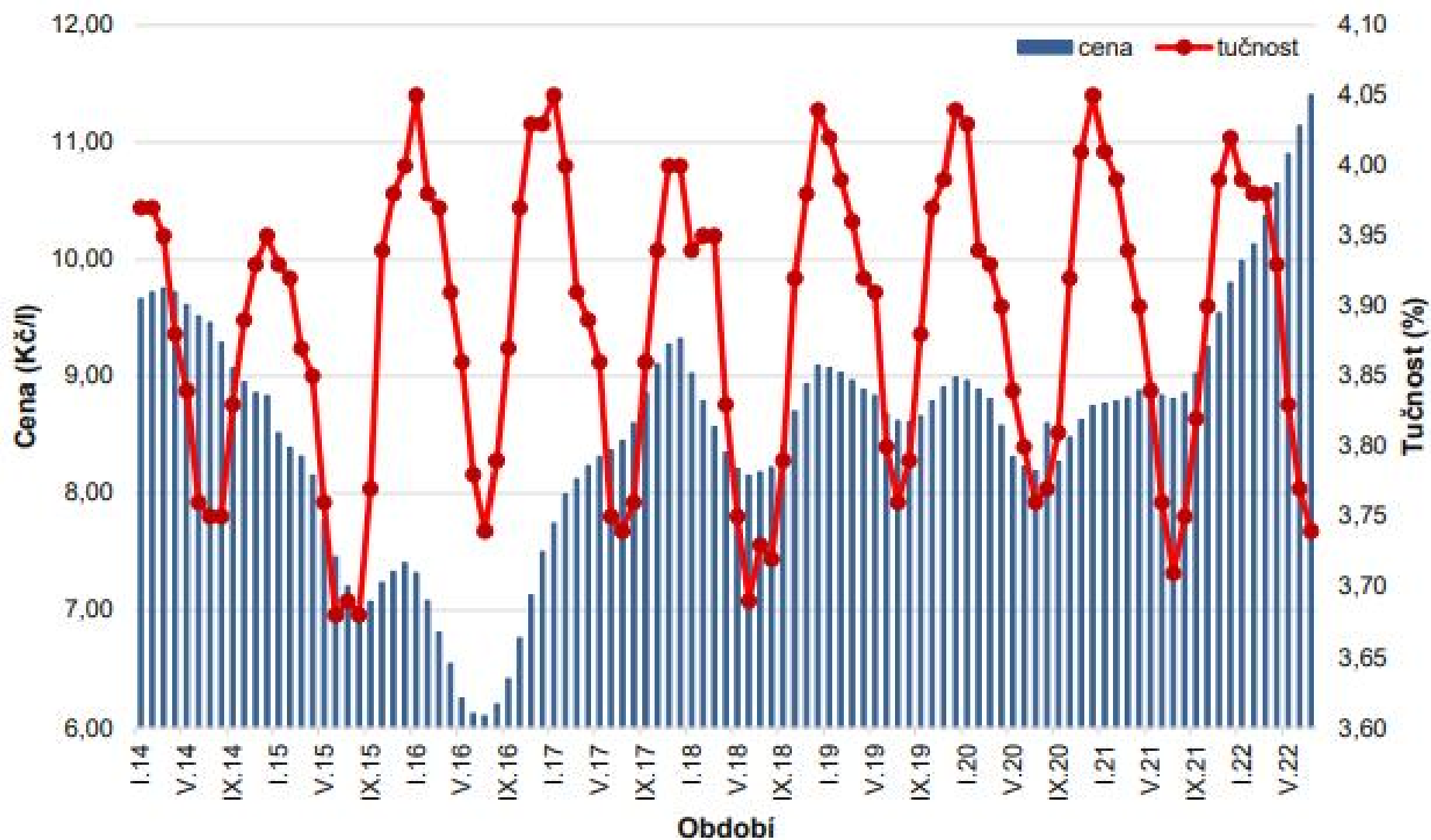


Vývoj počtu dojnic (ks) a průměrné roční užitkovosti (l/ks) v ČR v období 2004-2021



Vývoj ceny (Kč/l) a tučnosti (%) mléka

Zdroj: Rezortní statistika MZe



Spotřeba mléka v ČR

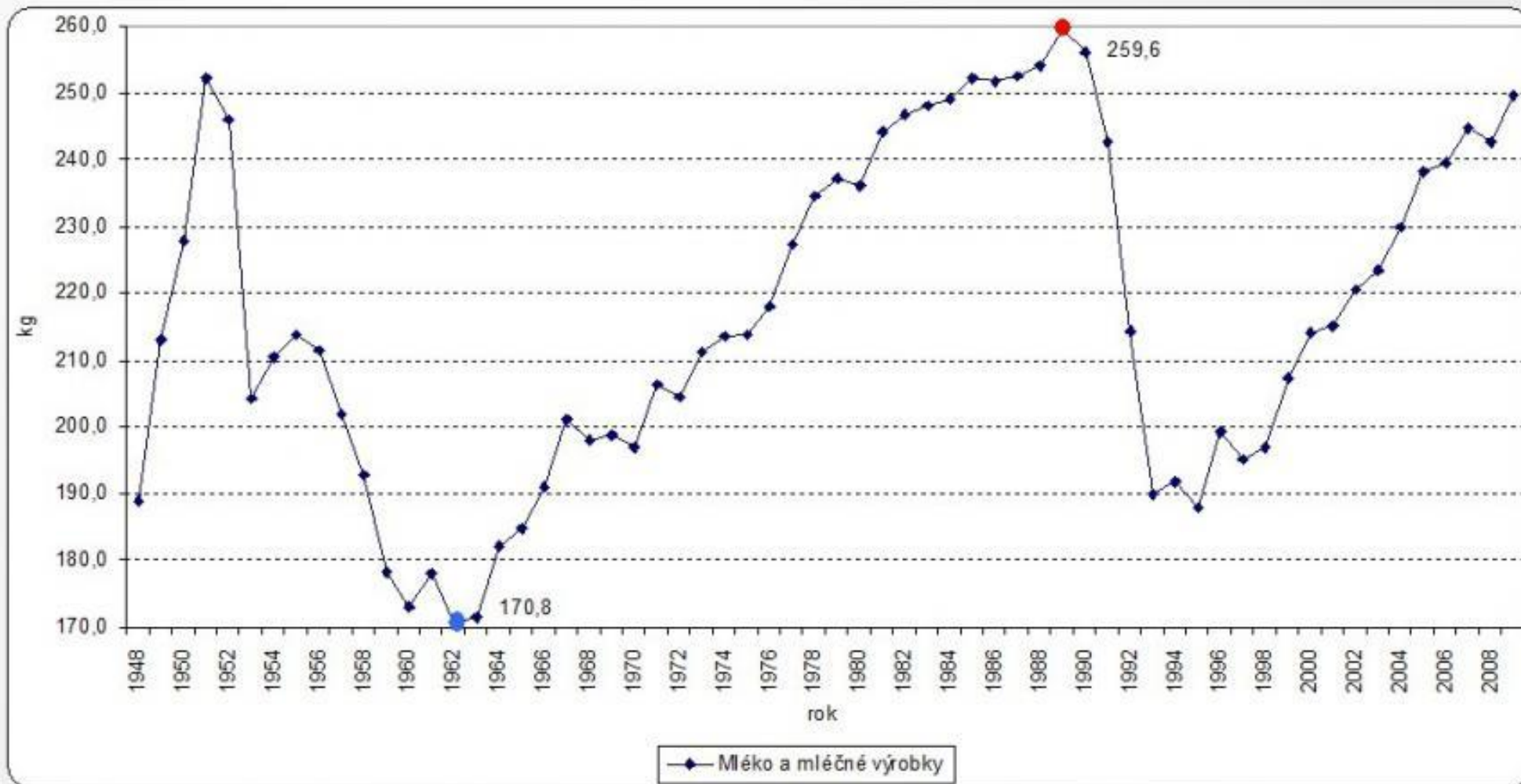
- Mléko a mléčné výrobky (bez másla) – 263 kg/obyv.
- Mléko – 59 kg/obyv.
- ČR je **soběstačná** ve výrobě mléka a mléčných výrobků (134 %)
- Soběstačnost ve výrobě másla klesla ze 126,6 % na 72,9 % (r. 1989)
- Vládní regulace – dotační systém
- https://youtu.be/q_-b7yNIXE

Spotřeba mléka a mléčných výrobků (kg/rok)

Druh/kg/rok	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021*)
Mléko a mléčné výrobky v hodnotě mléka celkem (bez másla)	234,3	234,1	236,5	242,3	247,5	246,5	245,8	249,0	262,6	263,0
- z toho kravské mléko	234,2	234	236,4	242,2	247,4	246,4	245,7	248,9	262,5	262,9
- kozí mléko	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Konzumní mléko kravské	58,9	62,2	60,1	60,5	60,4	61,3	59,7	58,8	59,3	58,4
Máslo	5,2	5,1	5,1	5,5	5,4	5	5,1	5,4	5,7	5,3
Sýry celkem	13,4	12,7	12,8	13,1	13,3	13,2	13,4	13,8	14,3	14,4
- tavené	2,2	2,2	2,1	2	2	1,9	1,8	1,8	1,9	1,9
- přírodní	11,2	10,5	10,7	11,1	11,3	11,3	11,6	12	12,4	12,5
Tvarohy	3,4	3,6	3,8	3,8	4,4	4,7	4,5	4,7	4,8	4,7
Sýry a tvarohy	16,8	16,3	16,6	16,9	17,7	17,9	17,9	18,5	19,1	19,1
Ostatní mléčné výrobky	33,2	31,5	31,3	32,8	33,8	34,4	34,9	35,2	36,3	37,2
Mléčné konzervy	1,4	1,6	2,1	1,8	2	1,7	1,5	1,4	2,1	2,1

Zdroj: ČSÚ – Spotřeba potravin

Spotřeba mléka a mléčných výrobků v hodnotě mléka (bez másla) v ČR v letech 1948 - 2009 (kg/ obyvatele/ rok)



Zahraniční obchod s máslem a tuky a oleji z mléka

(Pramen: Celní statistika)



MLÉKO

- biologická tekutina

- **Mléka nezralá:**

- **mlezivo** (kolostrum) – vylučované mléčnou žlázou těsně před porodem a tři až pět dnů po porodu – mlezivo předběžné, pravé
- **mléko aberantní** – vylučované mléčnou žlázou bez vazby na předchozí graviditu (hormonální poruchy, mléko samců apod.), neslouží k výživě mláďat.

- **Mléka zralá** – normální mléko, tvoří se po ukončení tvorby mleziva.

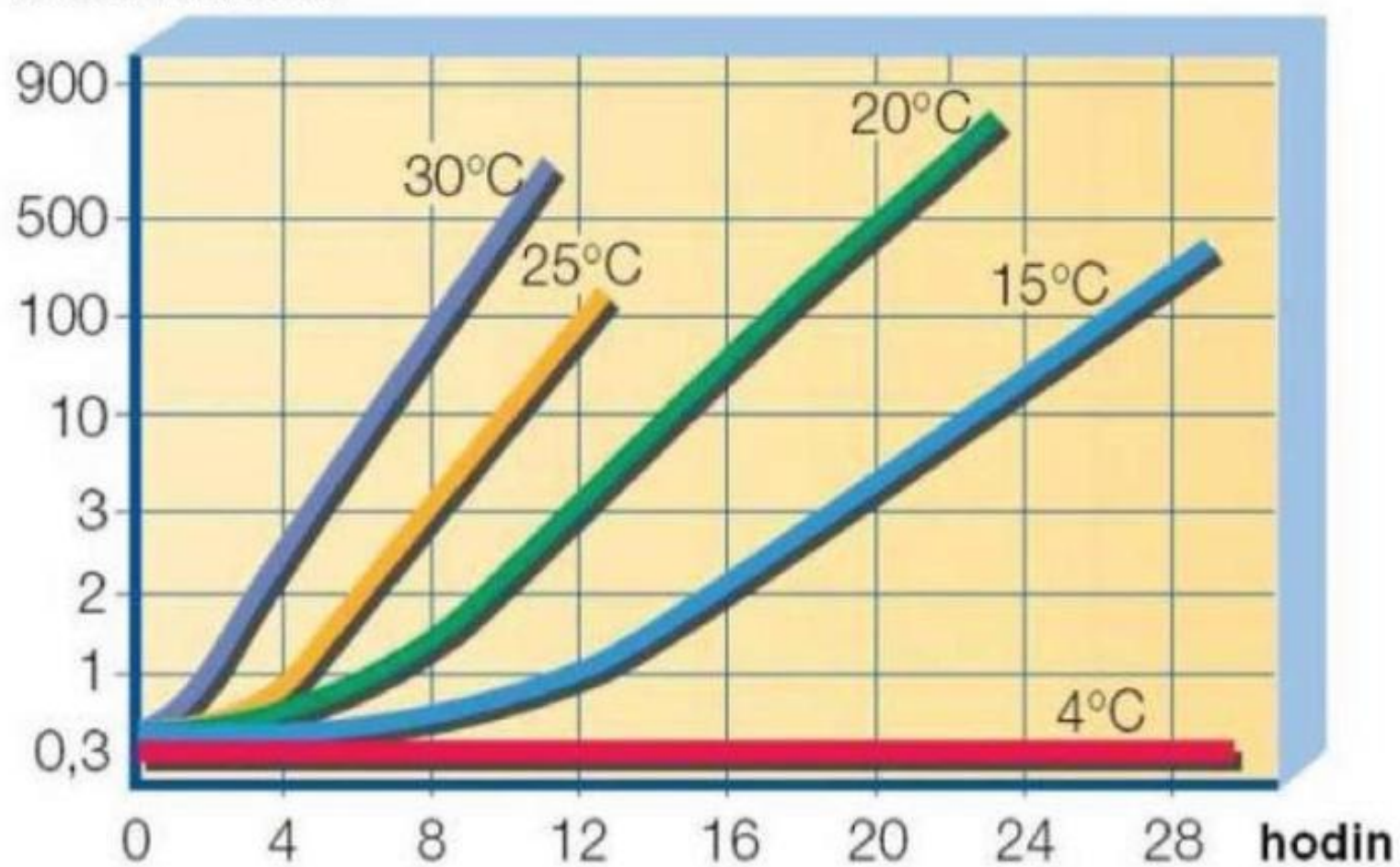
- kaseinová (nad 75 %)

- albuminová

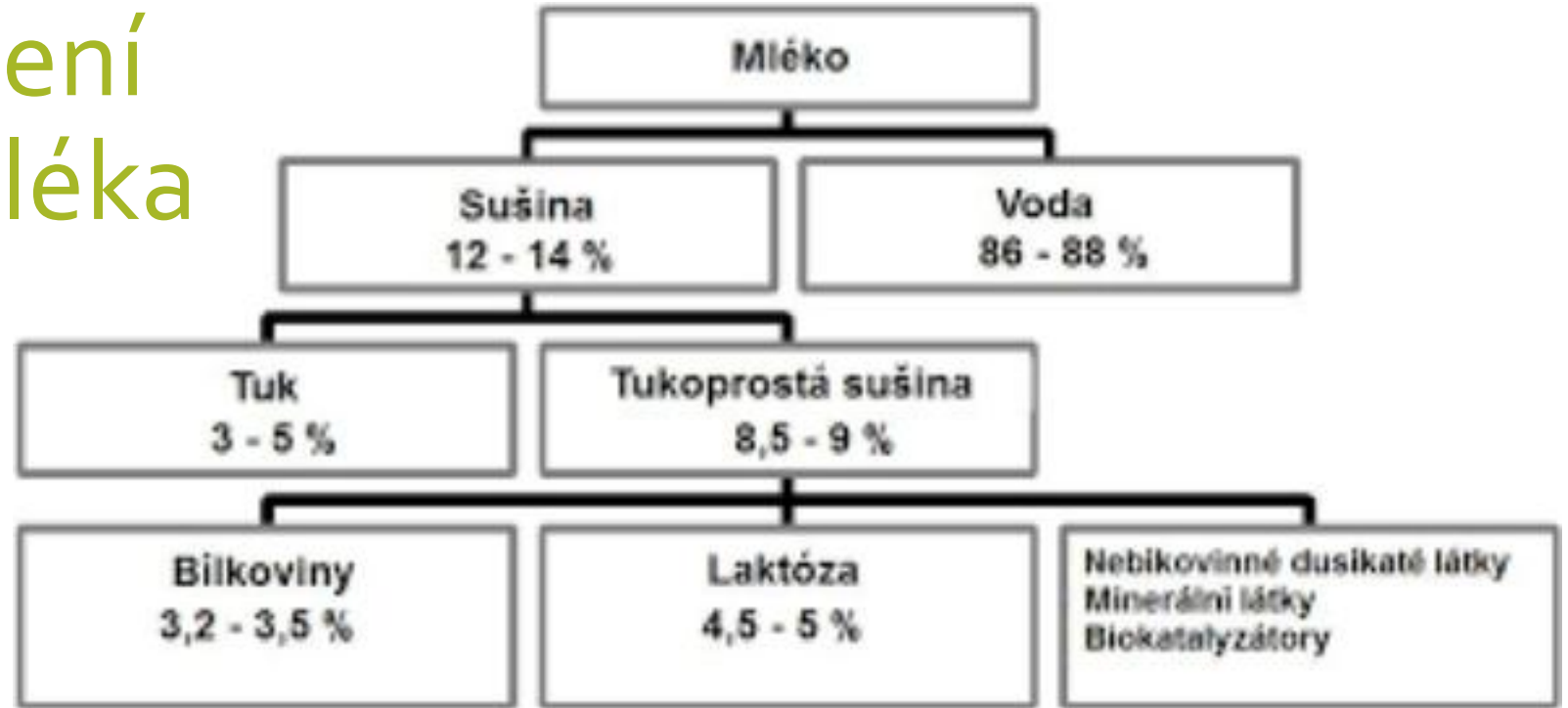
Druhy mléka	Bílkoviny (%)	Tuk (%)	Laktóza (%)	Voda (%)
Kravské	2-5	3-6	3-5	85-88
Kozí	3,6-3,8	3-4	4-4,6	85-88
Ovčí	5-7	7-11	3,5-4,5	77-82

Druhy mléka	Bílkoviny (%)	Tuk (%)	Laktóza (%)	Voda (%)
Mateřské	1-2	4-6	5-9	84-90
Kobylí	1-2	1-2	7-8	87-91
Prasečí	5-7	4-10	3-6	79-82

milion KTJ/ml

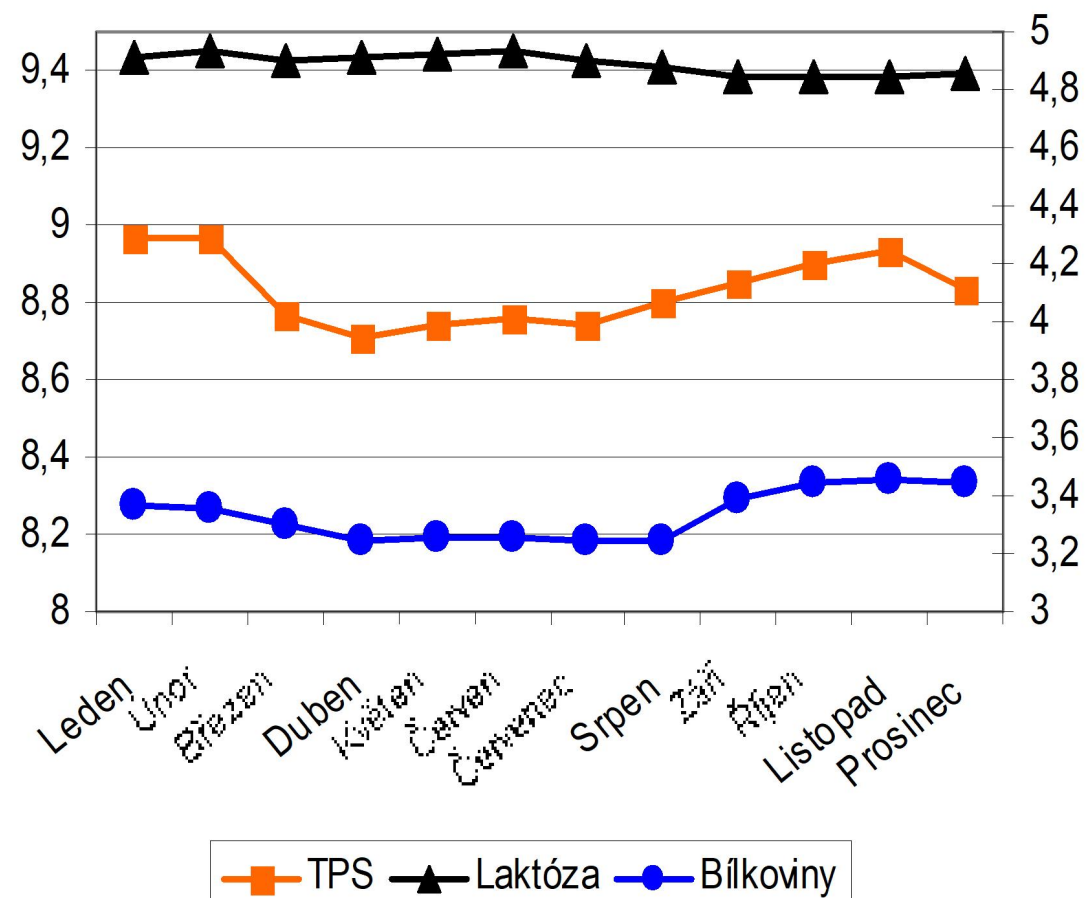


Obvyklé složení kravského mléka



- bod mrznutí mléka $-0,525^{\circ}\text{C}$
- **Disperzní** systém – emulze, koloidní roztok, pravý roztok

Graf 1. Variabilita TPS, L a CB



Složka	Průměrný obsah (%)	Rozsah (%)
Voda	87,3	85,5 – 88,7
Sušina	12,7	14,5 – 11,3
Tukuprostá sušina	8,8	7,9 – 10,0
Tuk v sušině	31,0	21,0 – 38,0
Laktóza	4,6	3,8 – 5,3
Tuk	3,9	2,4 – 6,5
Bílkoviny	3,25	2,3 – 4,4
Kasein	2,6	1,7 – 3,5
Popeloviny	0,65	0,53 – 0,80
Organické kyseliny	0,18	0,13 – 0,22

Sušina mléka

- Mezi sušinou, tučností a hustotou mléka platí tzv. Fleischmannův vztah:

$$S = 0,21 \cdot t + 0,25 \cdot {}^{\circ}\text{L}_{20} + 0,82$$

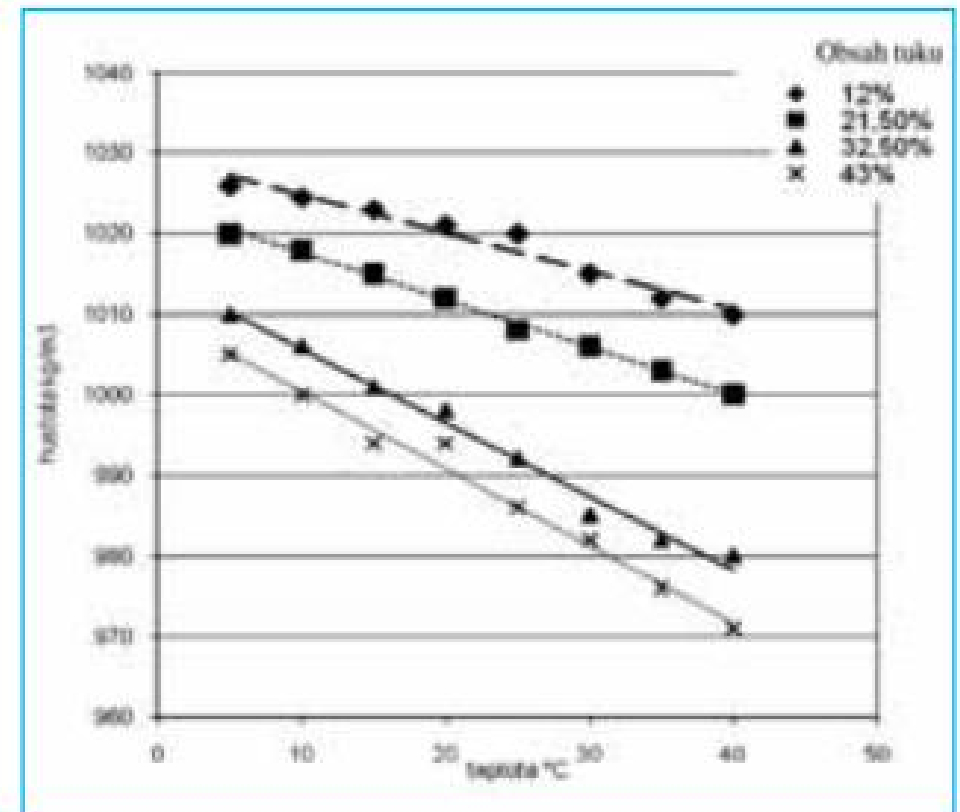
Druh mléka	Hodnota L_{20}
Syrové plné mléko	28,9 – 30,5
Pasterované mléko, tuk 3,5 %	29,4 – 30,3
Pasterované mléko, tuk 2 %	30,8 – 31,8
Pasterované odstředěné mléko, tuk 0,05 %	32,7 – 34,3

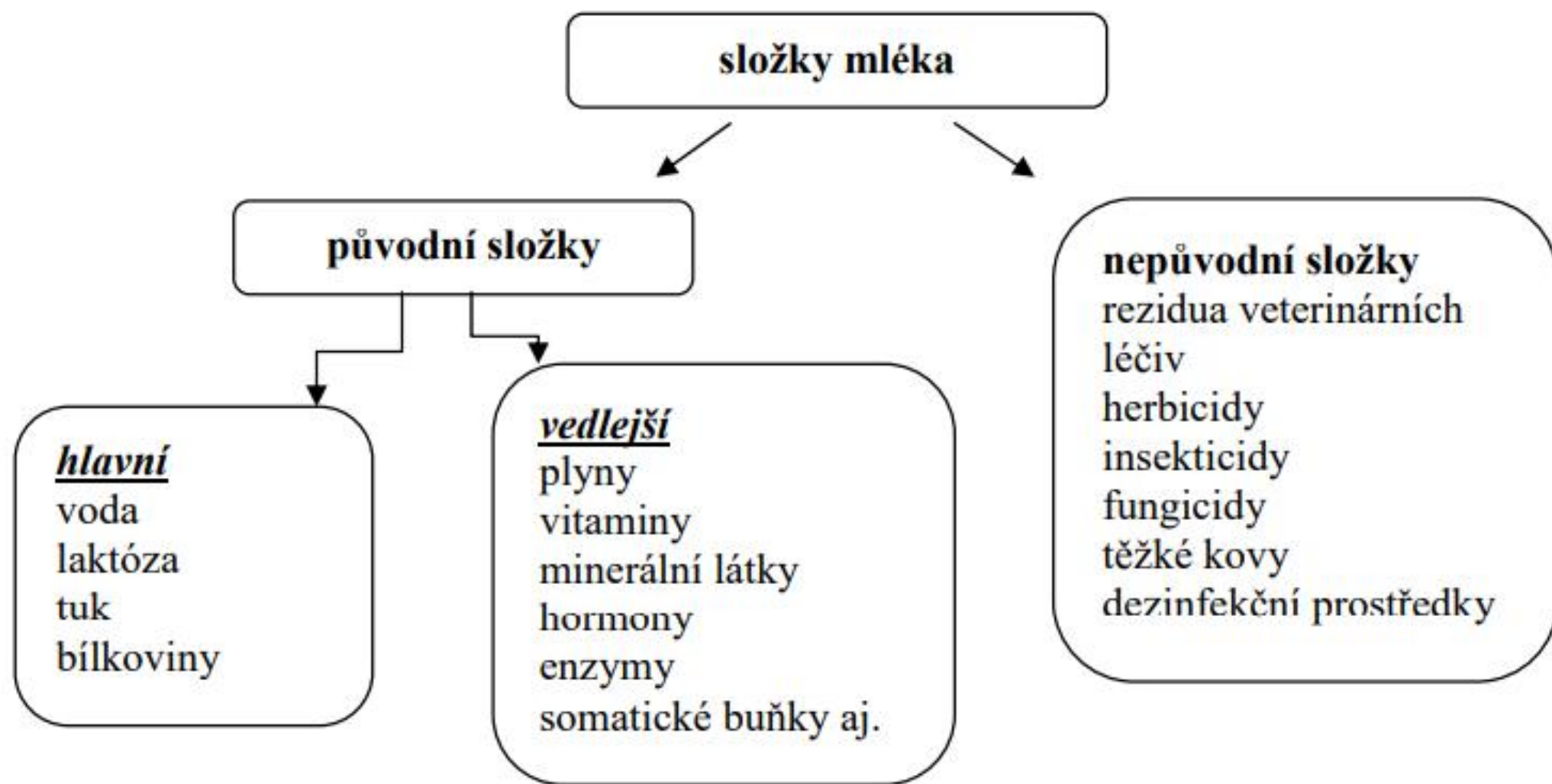


Sušina mléka

Složka mléka	$\rho^{20} \text{ (kg} \cdot \text{m}^{-3}\text{)}$
Voda	998,2
Tuk	918
Bílkoviny	1400
Laktóza	1780
Ostatní sloučeniny	1850

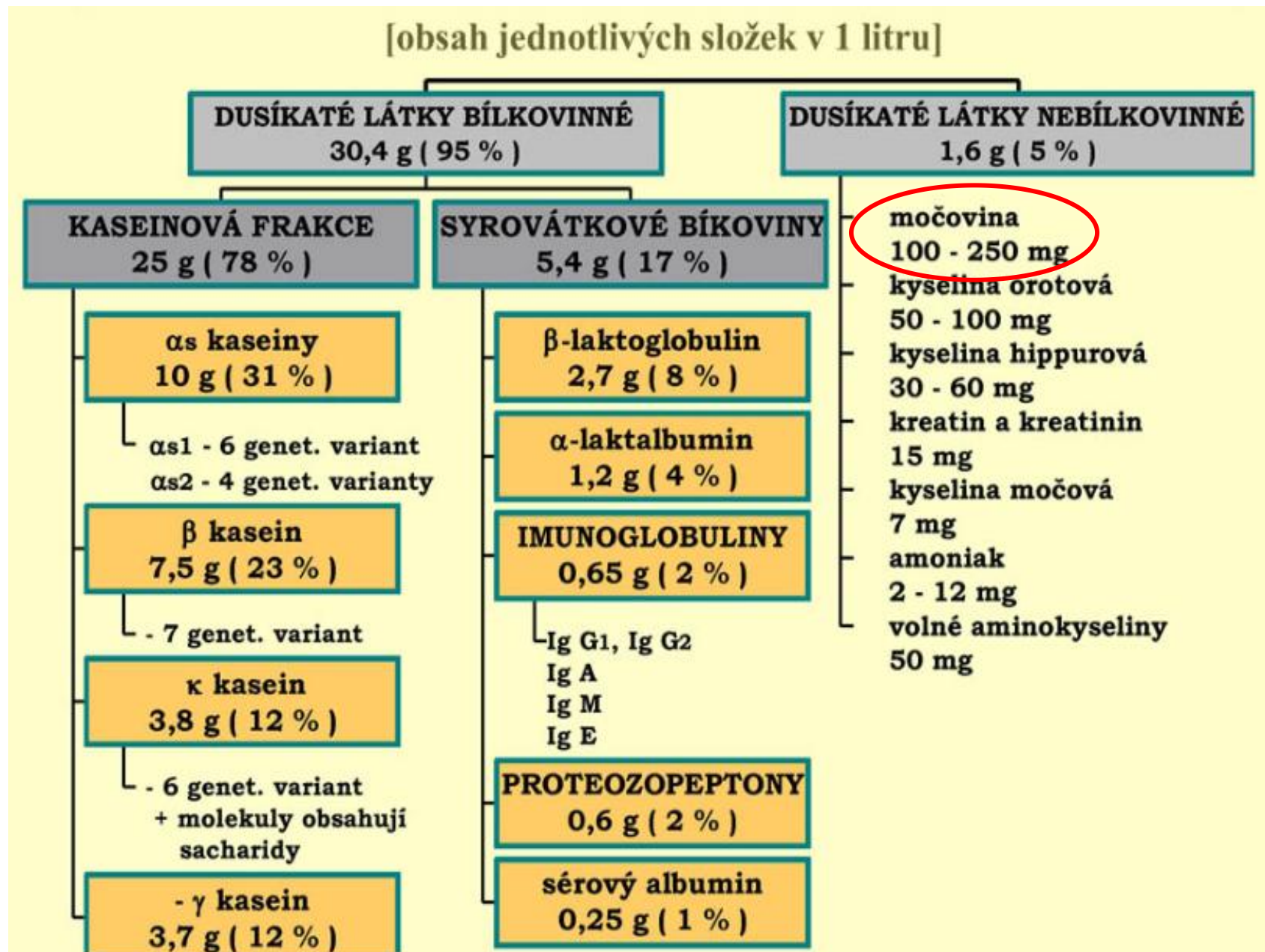
Druh mléka	Hodnota L_{20}
Syrové plné mléko	28,9 – 30,5
Pasterované mléko, tuk 3,5 %	29,4 – 30,3
Pasterované mléko, tuk 2 %	30,8 – 31,8
Pasterované odstředěné mléko, tuk 0,05 %	32,7 – 34,3





Zdroj: Lukášová a kol., 1999

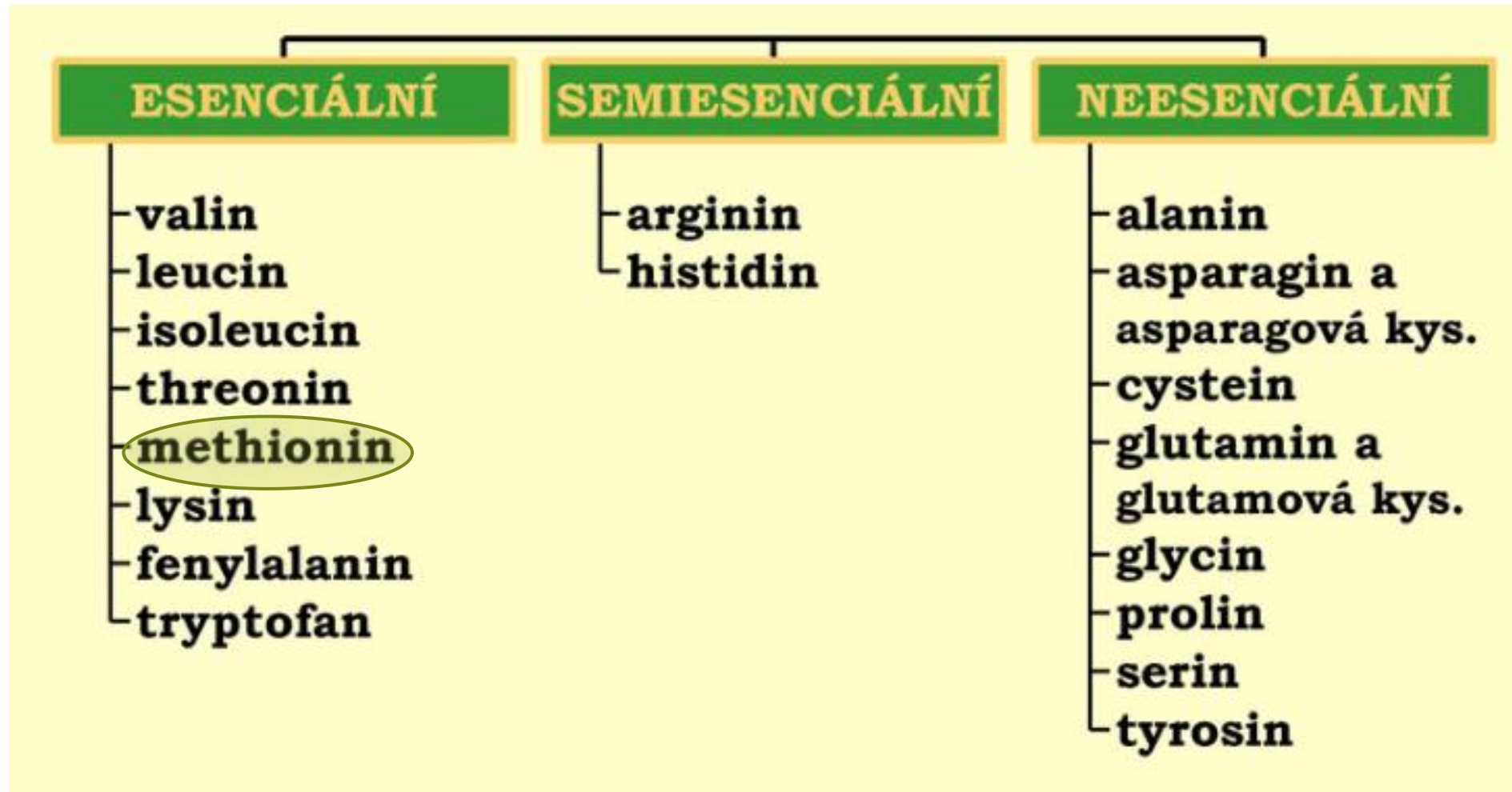
Dusíkaté látky v mléce



Obsah bílkovin ve vztahu k obsahu močoviny

Močovina Bílkoviny			
	< 150	150-300	> 300
> 3,6	Nedostatek bílkovin a přebytek energie	Přebytek energie	Přebytek bílkovin a energie
3,2-3,6	Nedostatek bílkovin a slabý přebytek energie	Bílkoviny a energie v rovnováze	Přebytek bílkovin a slabý nedostatek energie
< 3,2	Nedostatek energie a bílkovin	Nedostatek energie	Přebytek bílkovin a nedostatek energie

Dusíkaté látky bílkovinné – zastoupení AK



Dusíkaté látky bílkovinné – biologická hodnota

Biologická hodnota	BH
Živočišné bílkoviny	
Celá vejce	100
Maso	92–96
Ryby	92–96
Mléko	88
Sýry	82–85

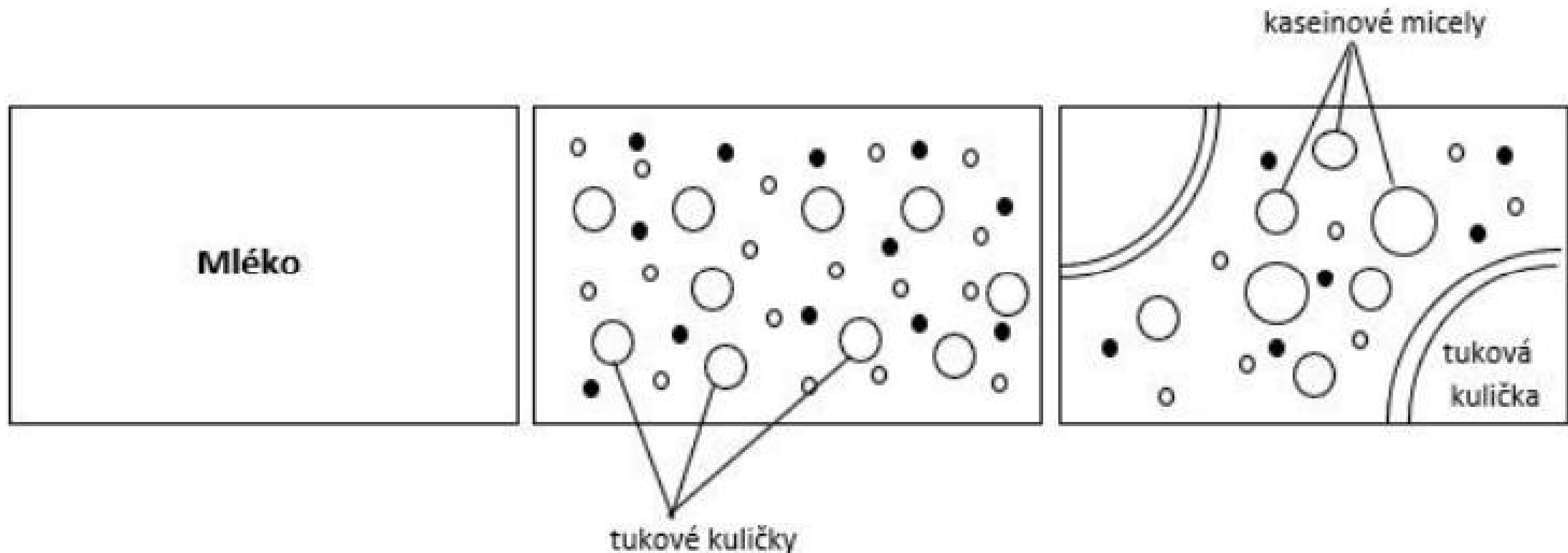
Rostlinné bílkoviny	
Sója	84
Zelené řasy	81
Žito	76
Fazole	72
Rýže	70
Brambory	70
Chleba	70
Čočka	60
Pšenice	56
Hrách	56
Kukuřice	54

Složení proteinů kravského mléka

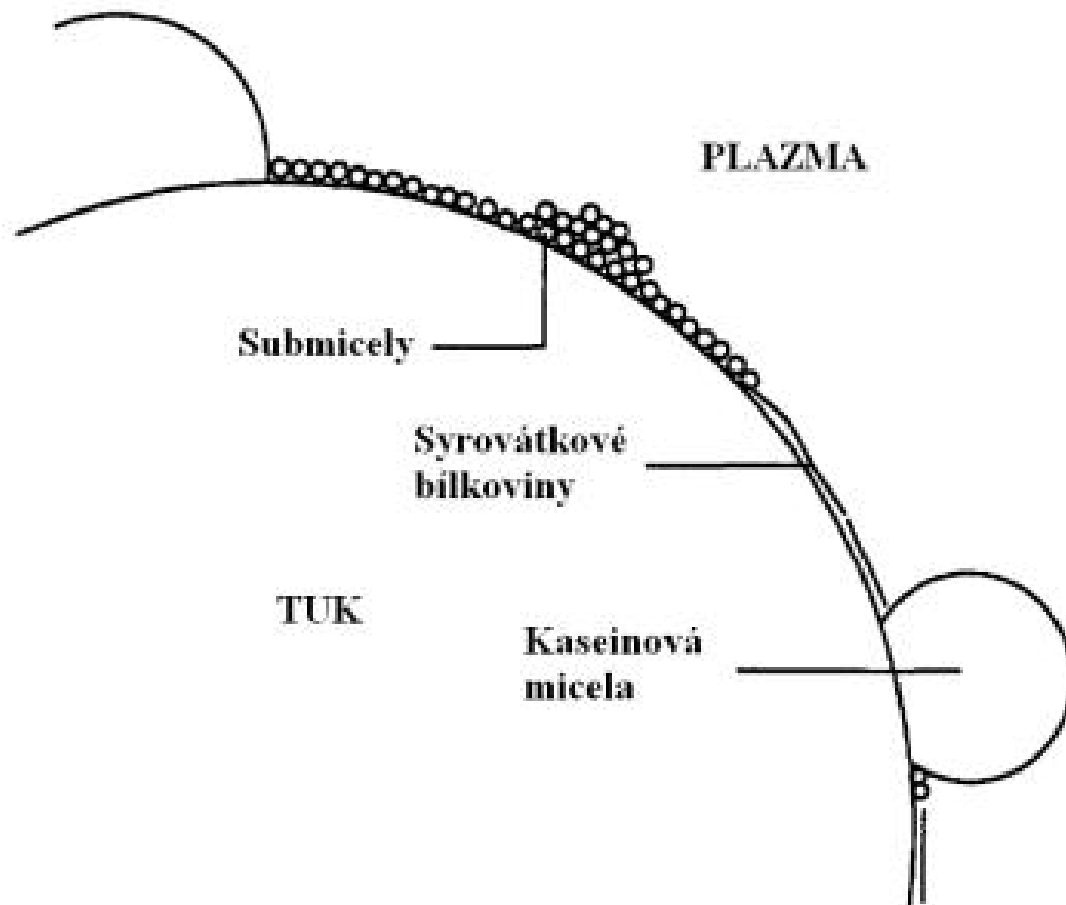
Proteiny	Podíl v %	Obsah v g/dm ³
Kaseiny celkem	80	25,6
α -kasein	42	13,4
β -kasein	25	8,0
γ -kasein	4	1,3
κ -kasein	9	2,9
Proteiny syrovátky celkem	20	6,4
I-laktalbumin	4	1,3
d-sérový albumin	1	0,3
d-laktoglobulin	9	2,9
imunoglobuliny	2	0,6
Polypeptidy (<u>proteosy</u> , peptony)	4	1,3

Kasein

Ve mléce tvoří asi 77 % bílkovin, z chemického hlediska se jedná o fosfoprotein. Ve mléce je přítomen jako komplex kaseinátu vápenatého (95 %) a fosforečnanu vápenatého (5 %). Izoelektrický bod je pH 4,4 až 4,6. V mléce je ve formě micel v kulovitých shlucích, které jsou tvořeny 20 000 až 50 000 molekulami kaseinů. Jednotlivé frakce se liší vlastnostmi, složením a hodnotami izoelektrického bodu.



Syrovátkové bílkoviny



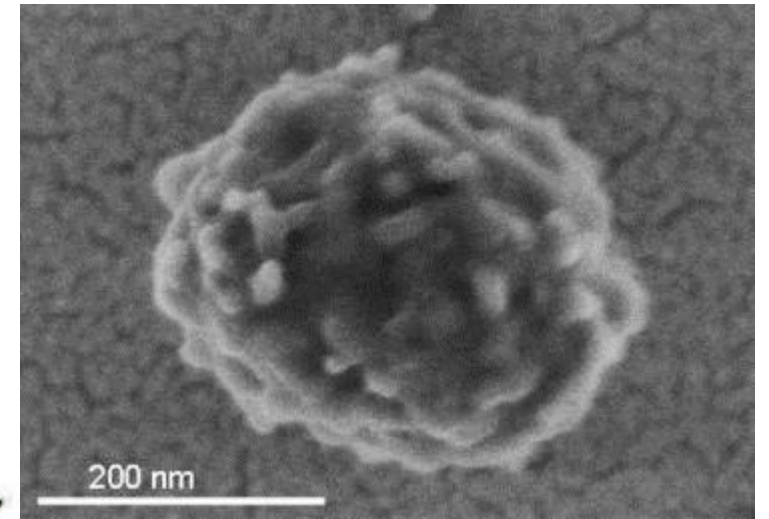
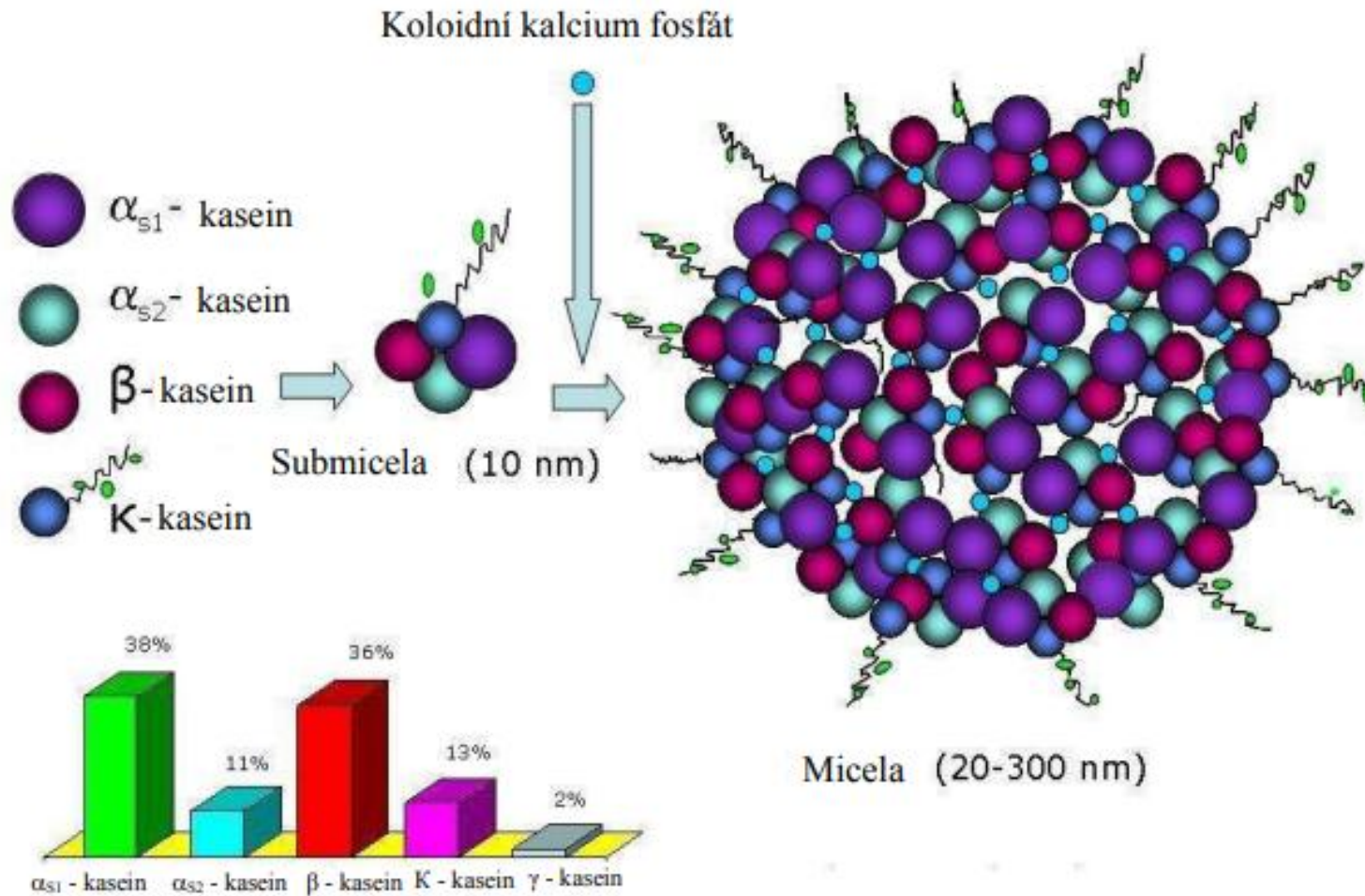
SYROVÁTKOVÉ BÍLKOVINY 5,4 g (17 %)	
β-laktoglobulin	2,7 g (8 %)
α-laktalbumin	1,2 g (4 %)
IMUNOGLOBULINY 0,65 g (2 %)	
Ig G1, Ig G2 Ig A Ig M Ig E	
PROTEOZOPEPTONY	0,6 g (2 %)
sérový albumin	0,25 g (1 %)

Genetický polymorfismus

Polymorfizmem se v genetice rozumí existence více variant (alel) určitého genu.

Forma genu (alela)	Projeví se v mléčné bílkovině κ -kaseinu následující změnou	Chovatel zaregistruje
A	V řetězci aminokyselin je na 136. místě aminokyselina treonin a 148. místě je kyselina asparagová	Nižší obsah proteinů v mléce, horší syřitelnost,...
B	Řetězci aminokyselin jsou na 163. a na 148. místě leucin a alanin	Vyšší obsah proteinů v mléce, při zpracování na sýr až o 10 % vyšší výtěžnost, možnost výroby kvalitních sýrů typu parmezán, gouda,...
C	Na 97. místě řetězce je místo argininu histidin	Efekt zatím není znám
E	Na 155. místě řetězce je místo aminokyseliny serinu glycin	Efekt zatím není znám

Struktura kaseinu



Vliv pH

Model molekuly bílkoviny při pH 6,6
tj. pH čerstvého mléka

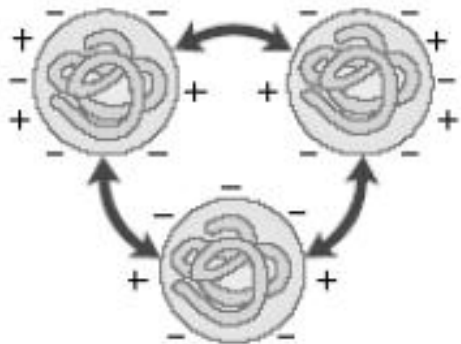


Fig 2.25 A protein molecule at pH 6.6 has a net negative charge.

Model molekuly bílkoviny při kyselém
a alkalickém pH

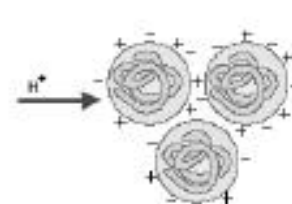


Fig 2.26 Protein molecules at pH = 4.7, the isoelectric point.

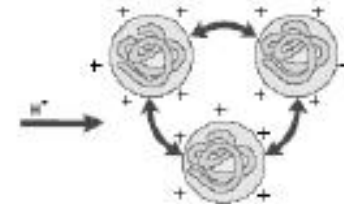


Fig 2.27 Protein molecules at pH = 1

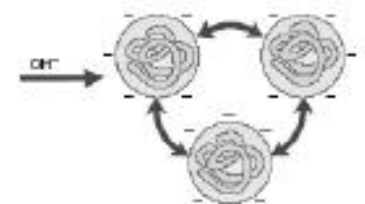
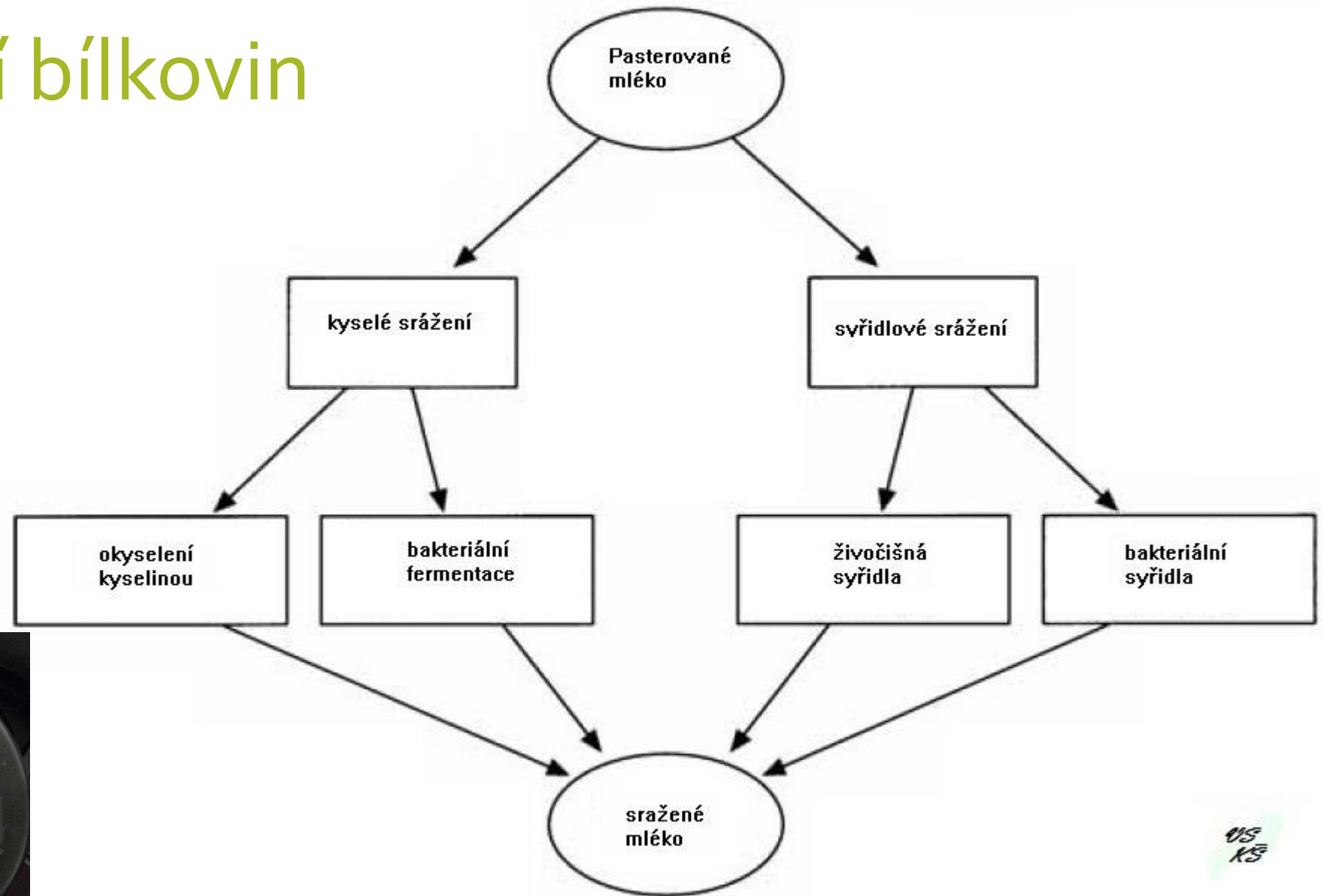
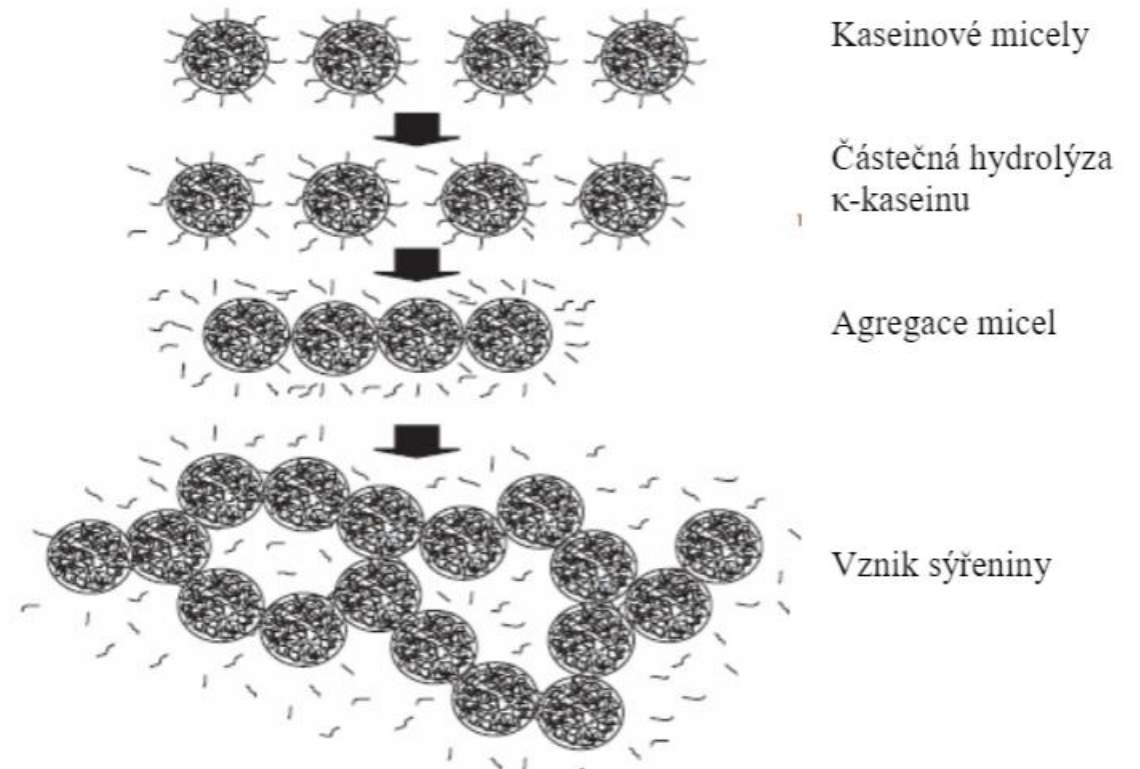


Fig 2.28 Protein molecules at pH = 14

Srážení bílkovin mléka



Srážení bílkovin mléka



PyrGLu . . . Met – Ala – Arg – His – (Pro – His)₂ – Leu – Ser – Phe – ¹⁰⁵ | ¹⁰⁶ Met – Ala – Ile . . . Val

1 volná NH₂ skupina

H – konec

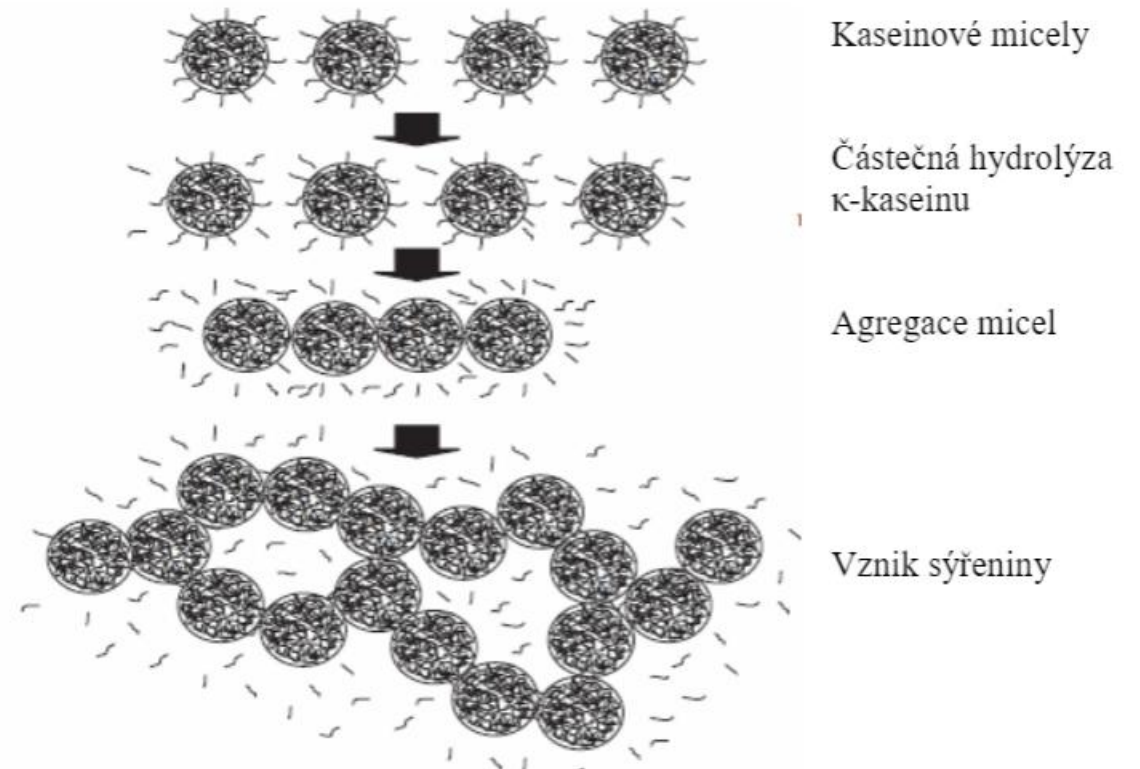
hydrofobní para – kapa – kasein

169 – volná –COOH skupina

C – konec

hydrofilní kapa- kaseinomakropeptid

Srážení bílkovin mléka



PyrGLu . . . Met – Ala – Arg – His – (Pro – His)₂ – Leu – Ser – Phe – ¹⁰⁵ | ¹⁰⁶ Met – Ala – Ile . . . Val

1 volná NH₂ skupina

H – konec

hydrofobní para – kapa – kasein

169 – volná –COOH skupina

C – konec

hydrofilní kapa- kaseinomakropeptid

Denaturace bílkovin – vazba beta-laktoglobulinu na kasein

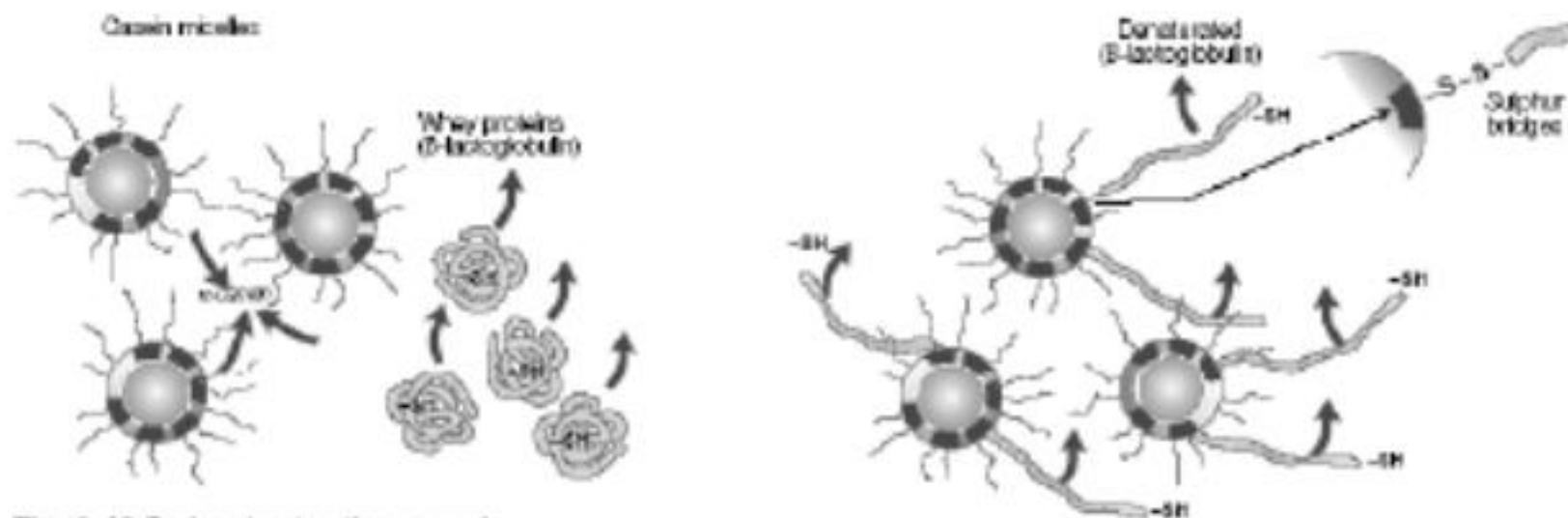
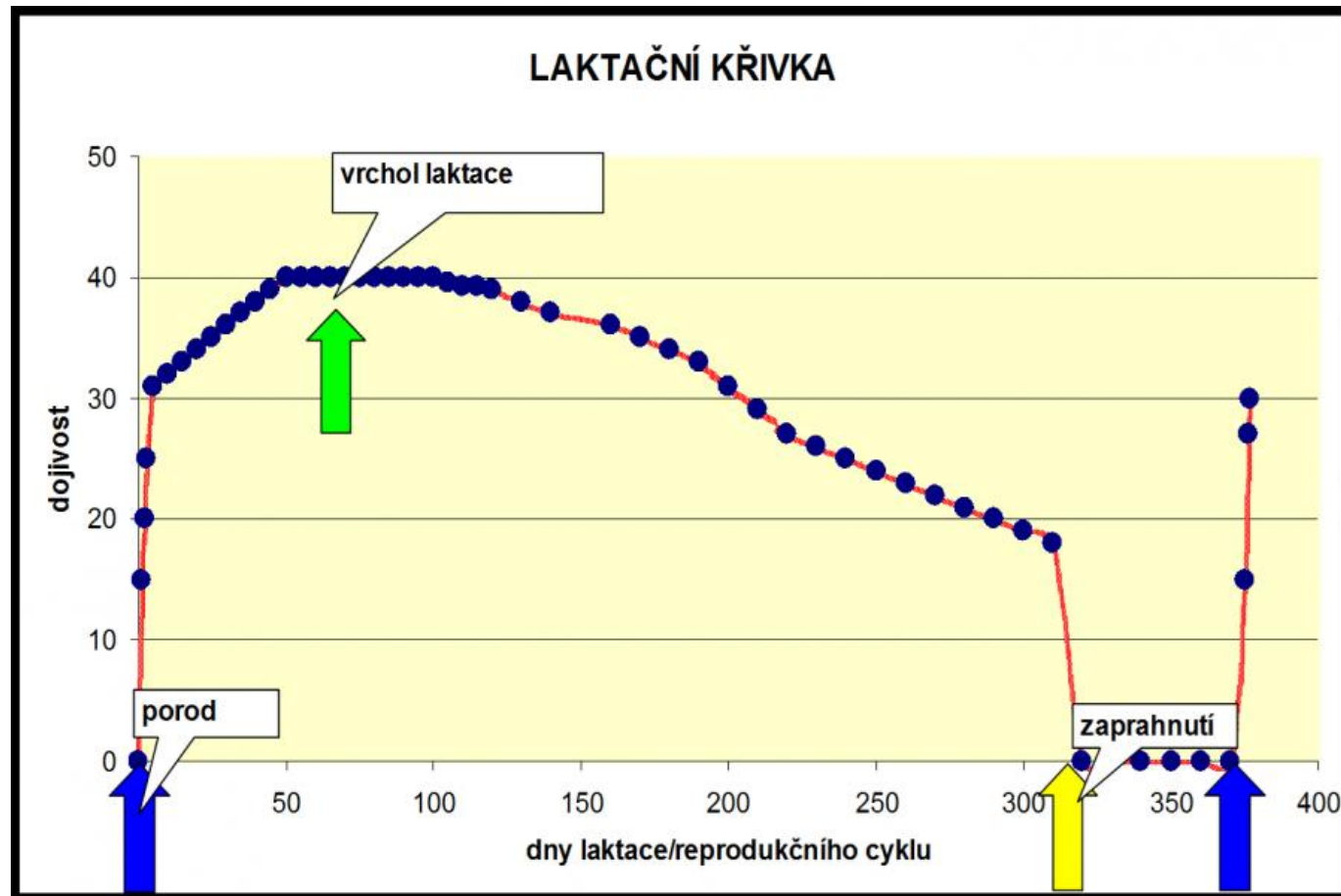


Fig. 2.42 During denaturation κ -casein adheres to β -lactoglobulins.

Při záhřevu mléka nad 60 °C dochází k vazbě denaturovaného beta-laktoglobulinu na kapa kasein.

Vlivy působící na množství a složení dusíkatých látek

- Výživa
- Plemeno
- Dojivost
- Sezóna
- Stádium laktace
- Pořadí laktace

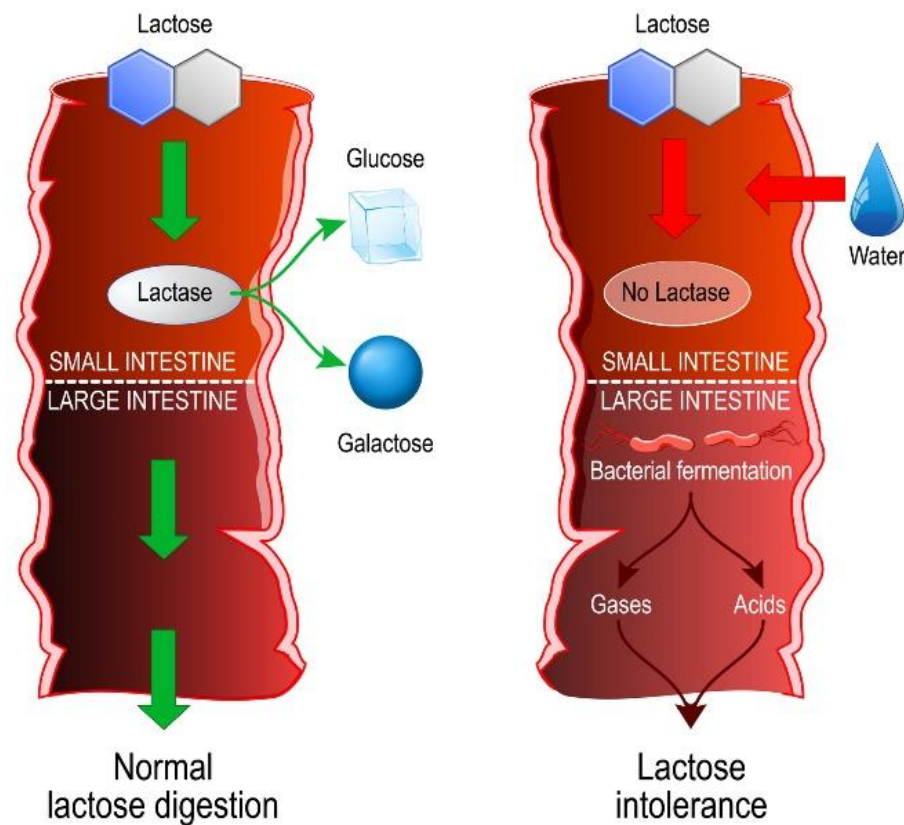


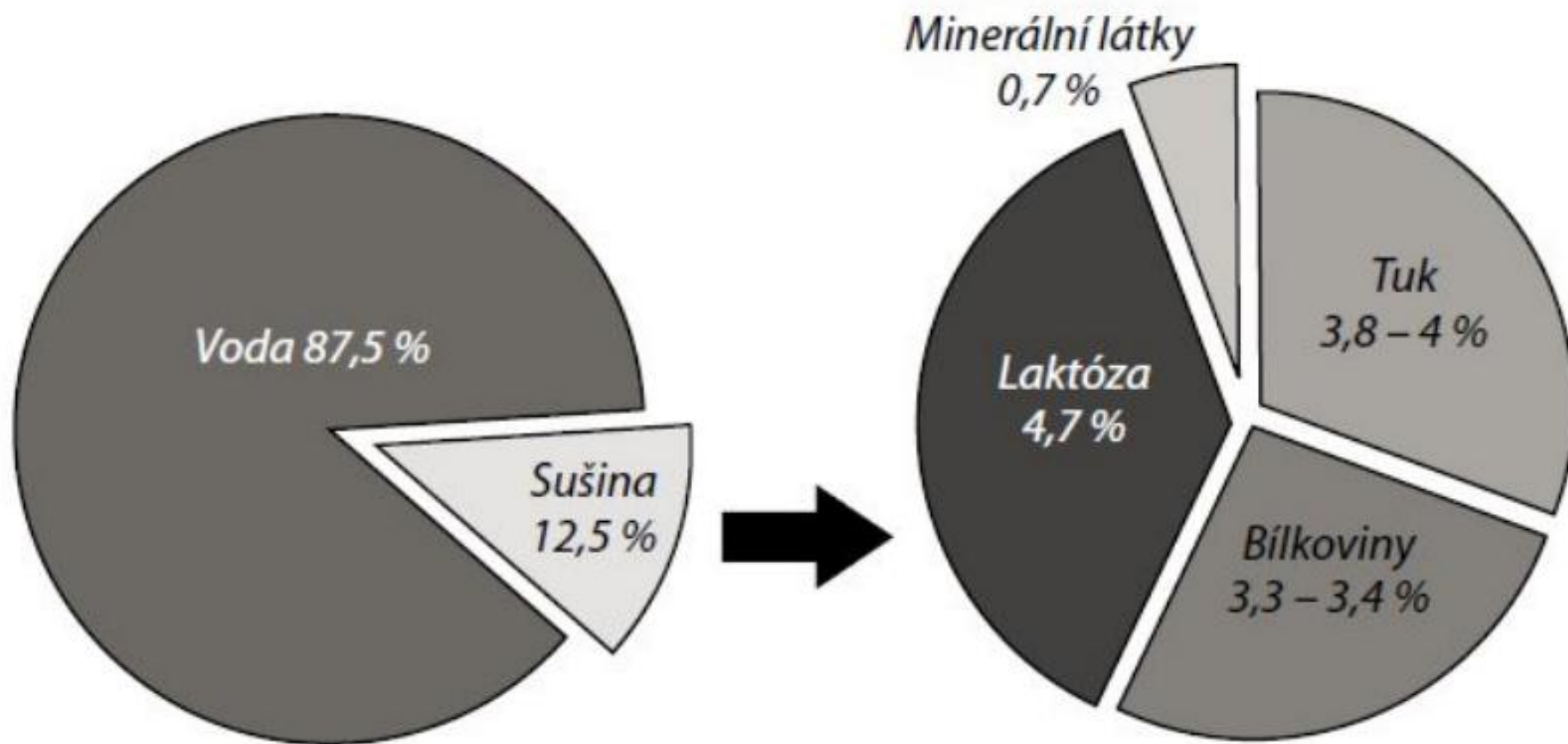
Alergie na mléčnou bílkovinu / laktózová intolerance

	laktózová intolerance	alergie na kravské mléko
spouštěč	laktóza v jakémkoliv mléce, mléčném výrobku	specifické bílkoviny v kravském mléce
reakce těla	laktóza je bakteriálně odbourávána ve střevě	imunitní systém vyvolává tvorbu protilátek
potíže	žaludeční a střevní potíže; závislé na množství	alergické příznaky - svědění, kašel, obtíže vyvolává stopové množství

tabulka č. 1

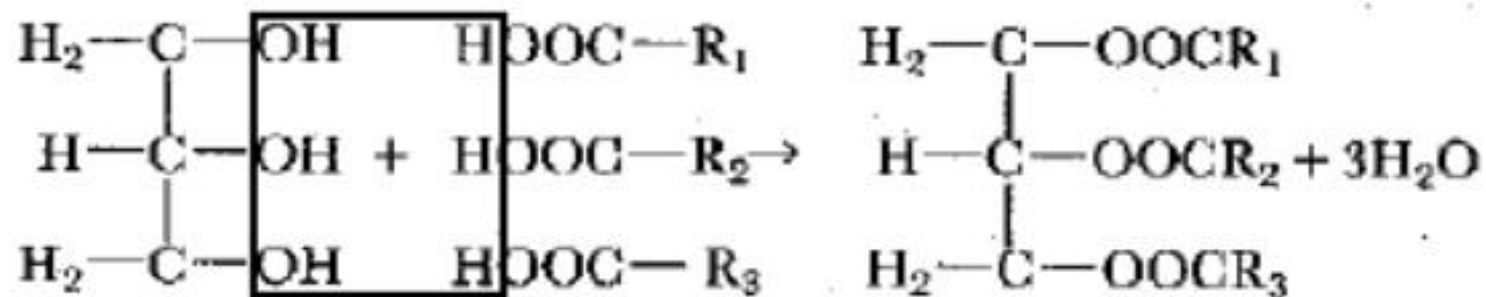
Lactose Intolerance



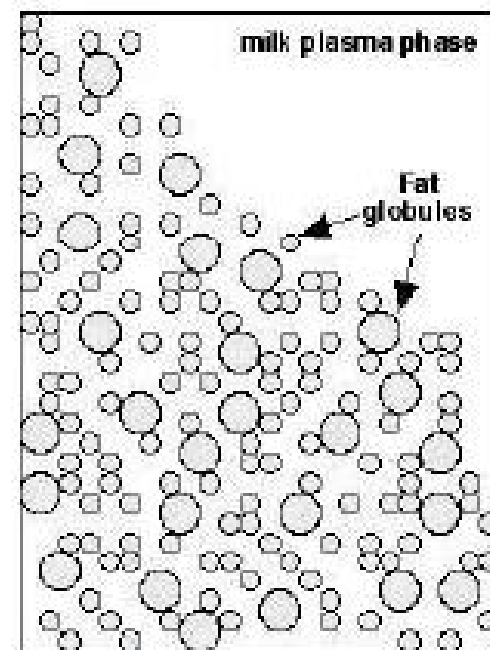


LIPIDY MLÉKA

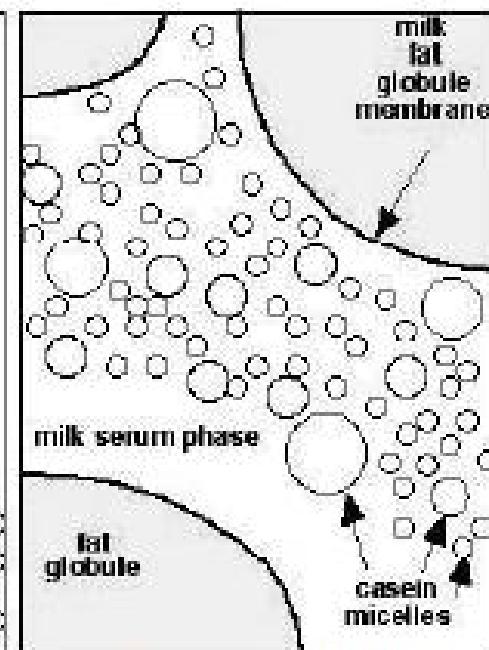
- 97 - 99 % triacylglyceroly (*estery glycerolu a mastných kyselin*),
- 1 – 3 % ostatní látky rozpustné v tucích (*fosfolipidy, cholesterol, karotenoidy, lipofilní vitaminy, aj.*),
- 0,1 – 0,4 % volné mastné kyseliny



Glycerol + fatty acids → triglyceride (fat) + water

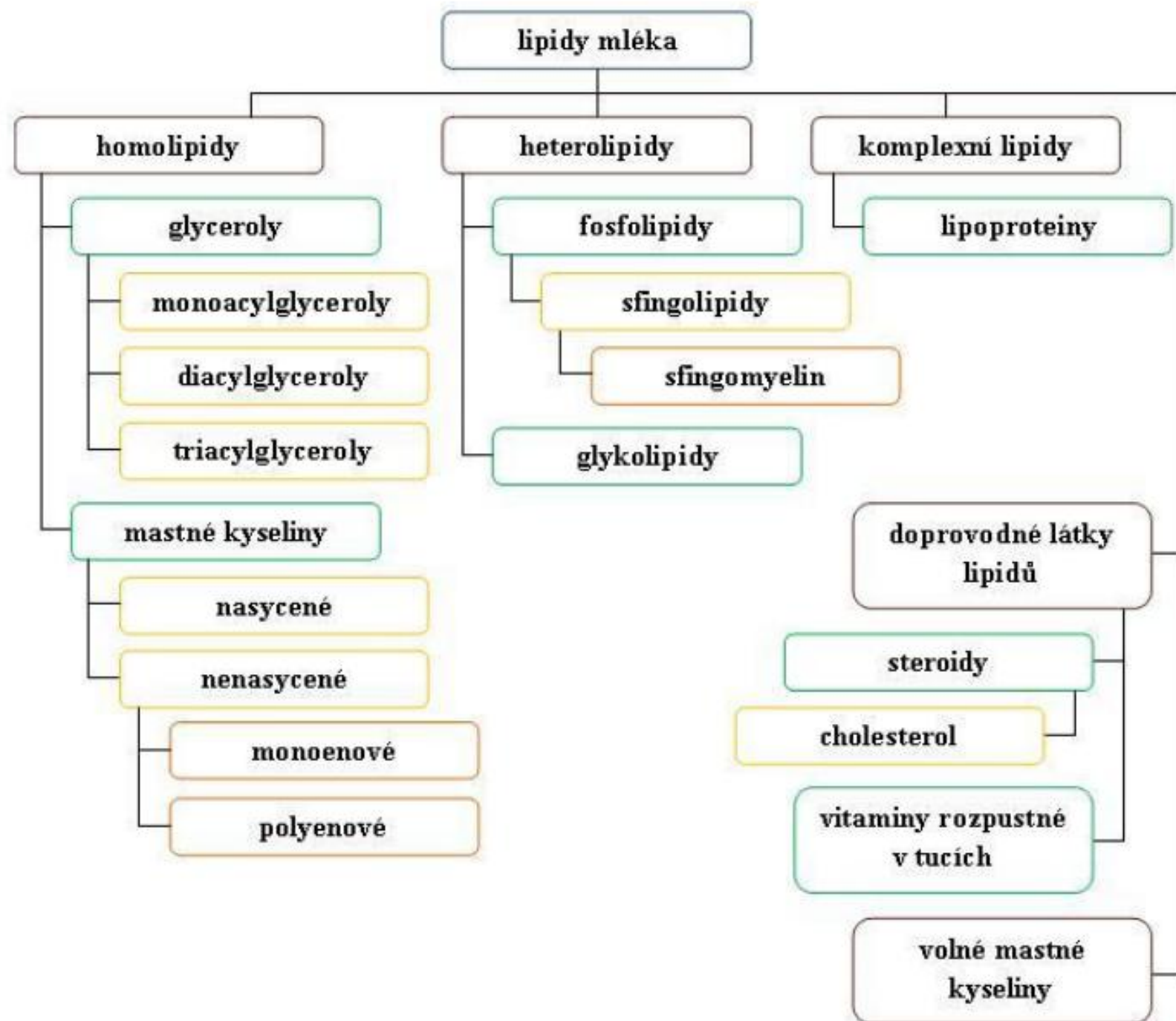


Zvětšení 500x



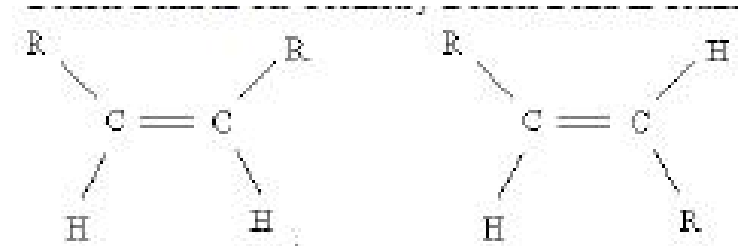
Zvětšení 50 000 x

LIPIDY MLÉKA



Původ MK

1. syntetizují se v mléčné žláze - prekursory jsou kyseliny octová, máselná a propionová
→ **nasycené C4 – C14**, částečně i **palmitová C16**
 - nedají se ovlivnit výživou, jsou dány charakterem činnosti bachorové mikroflóry, tvoří je mléčná žláza
2. z tuku v krmivu přes krevní lipidy - **stearová (C18:0)**, **olejová (C18:1)**, částečně i **palmitová C16**
 - lze ovlivnit skladbou krmiva



Význam MK:

→ *Zdravotní*

→ *Technologický*

Druh	Energie (kcal)	Bílkoviny (g)	Tuky (g)	Laktóza (g)	Vápník (mg)	Cholesterol (mg)
Plnotučné	66	3,2	3,9	4,5	115	14
Polotučné	48	3,2	1,5	4,7	120	6
Odstředěné	33	3,3	0,5	4,8	120	2

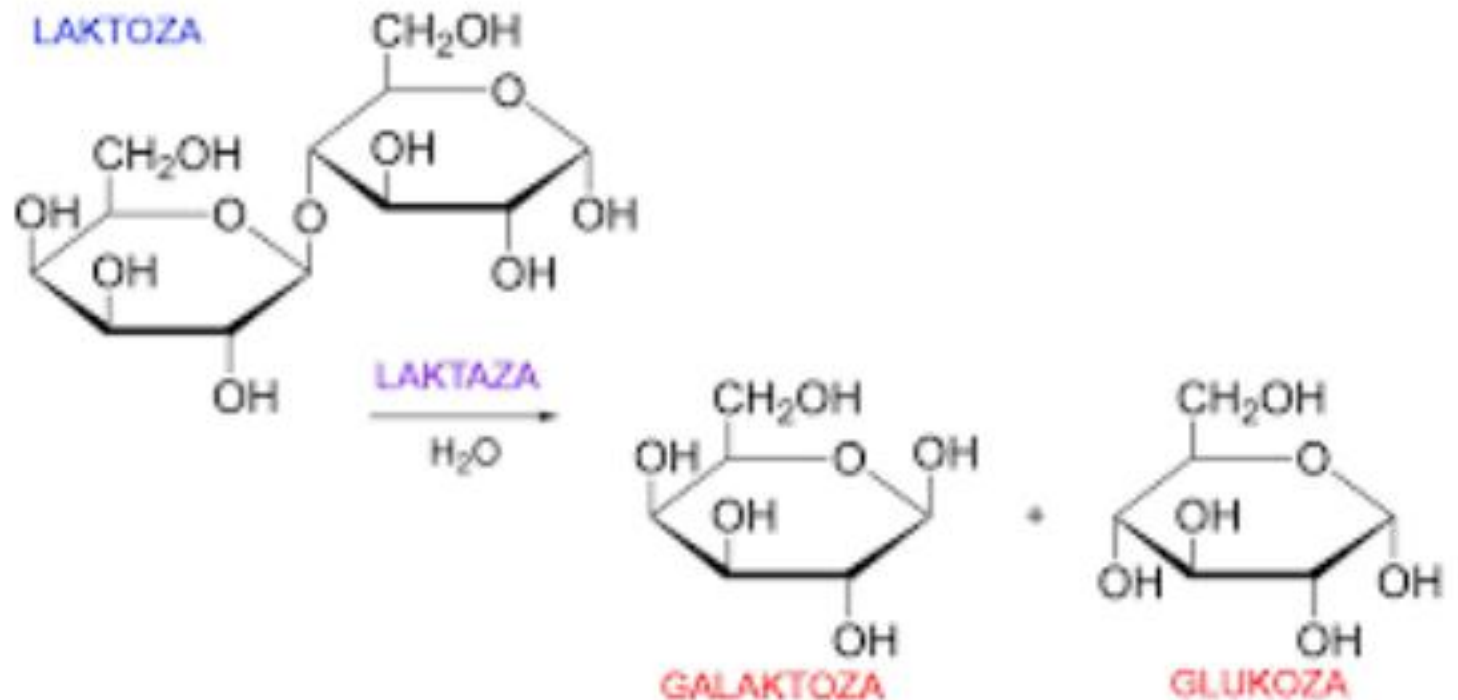
Mléčný tuk



- Měrná hmotnost 0,916 g/ml (plazma 1,033 g/ml)
- Široké spektrum mastných kyselin
- Stablnější polymorfismus ve směsných krystalech triacylglycerolů
- Ztloukatelnost
- Hydrolýza vede k chuťovým vadám
- Je žádoucí minimalizovat faktory inicializující autooxidaci

Laktóza

- Substrát pro rozvoj řady MO
- Redukující disacharid
- Omezená rozpustnost – řízená krystalizace



Minerální látky

• Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Cl^-

OBSAH VÁPŇÍKU V POTRAVINÁCH

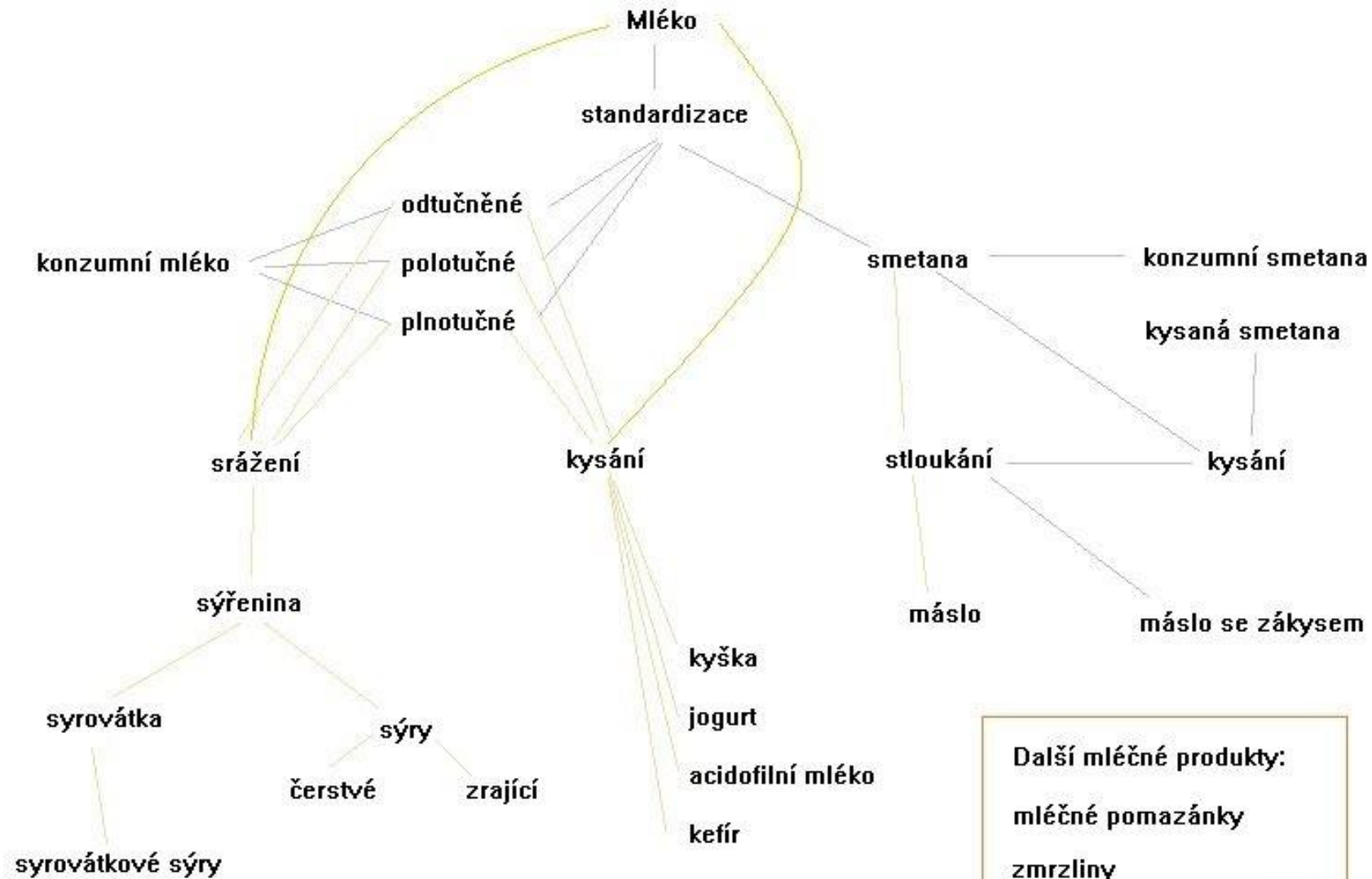
Potravina 100 g, vápník (mg)					
Mák	1262	Tvaroh tvrdý Clever	150	Smetana 33 %	83
Sušené mléko polotučné	1256	Lísková jádra	140	Lučina s pažitkou	73
Madeland 45 %	887	Kapusta vařená	138	Podmáslí 1,6 %	72
Eidam 30 %	773	Mléko kozí	133	Gervais natur	56
Čedar	761	Kefírové mléko	132	Hlávkové zelí	47
Sezamová semena	670	Mléko kravské	124	Čínské zelí	39
Veselá kráva	610	Jogurt bílý 3 % Activia	120	Mrkev	36
Niva	553	Jogurt smetanový	120	Růžičková kapusta	36
Apetito light	489	10 % t.v.s.		vařená	
Hermelín	389	Kysaná smetana	113	Brokolice vařená	36
Pribina smetanový	315	12–18 %		Máslo	22,4
Mandle	240	Tvaroh měkký jemný	110	Chřest vařený	18
Mléčné mražené krémy	157	Smetana 12 %	109	Květák vařený	17
smetanové 10 % tuku		Tvaroh tučný	105		

Zdroj: nutridatabase.cz

Druh mléka	Bílkoviny	Kaseiny	Popel	Tuk	Laktóza	Sušina
Kravské	3,2-3,8	2,4-2,7	0,7	4,1-4,3	4,6	12,5
Buvolí	4,8-4,9	3,4-3,7	0,8	7,0-7,6	4,83	18
Kozí	2,6-3,7	2,1-2,9	0,8	3,0-5,2	4,7	12,0
Ovčí	4,9-6,1	4,5-4,8	0,9-1,0	6,3-8,2	5,0	18,2

Technologicky významné vlastnosti mléka

- Kyselost
- Syřitelnost/kvasnost
- Termostabilita



Další mléčné produkty:

mléčné pomazánky

zmrzliny

mascarpone

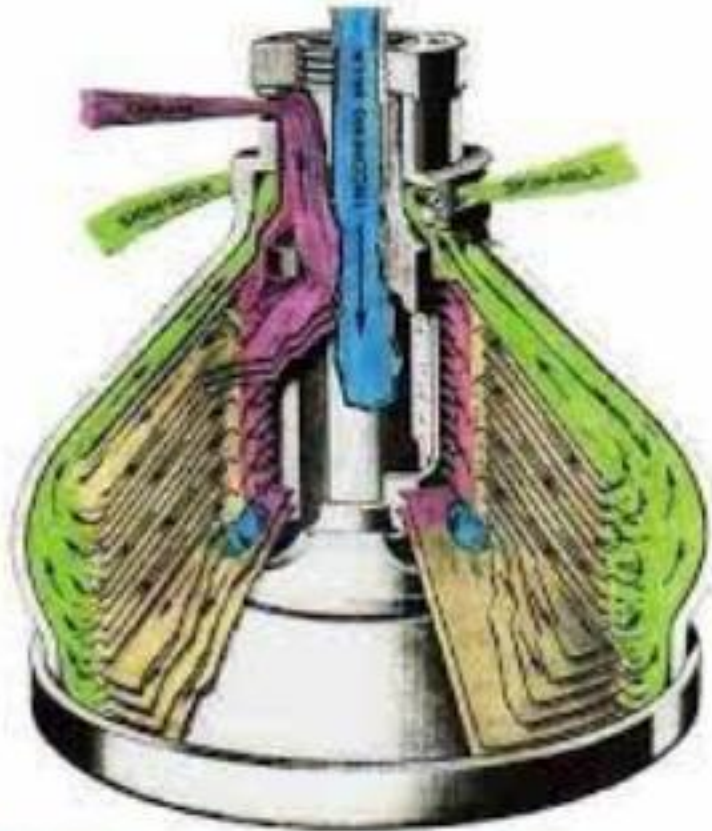
VS
KS

Základní technologické ošetření mléka

- Odstřed'ování
- Standardizace tučnosti
- Pasterace mléka
- Pasterace smetany
- Homogenizace mléka
- Deaerace
- Baktofugace



Odstředování mléka a standardizace tučnosti



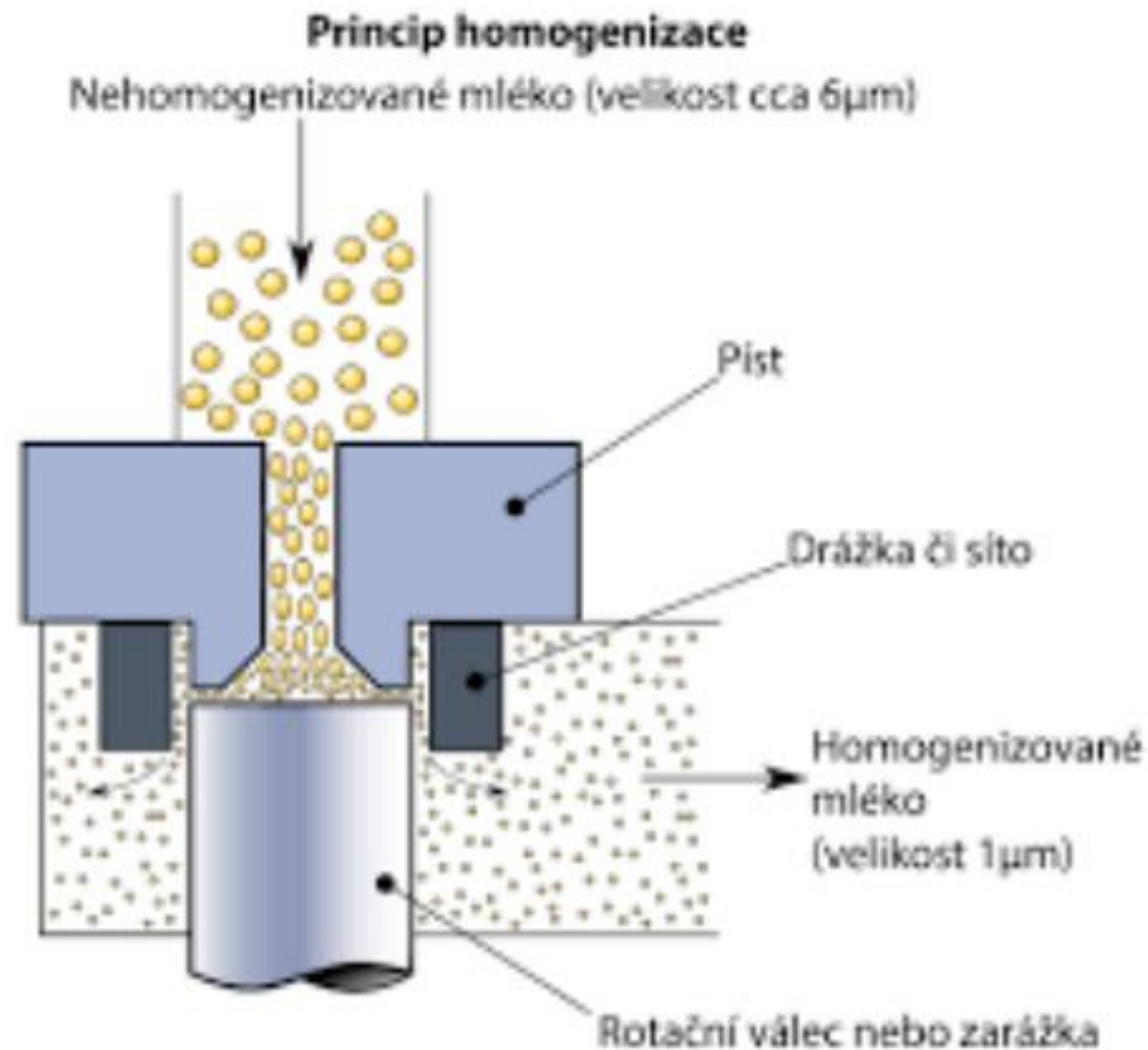
Nadojené mléko 37 - 40 °C

Smetana

Odstředěné mléko



Homogenizace mléka



Deaerace

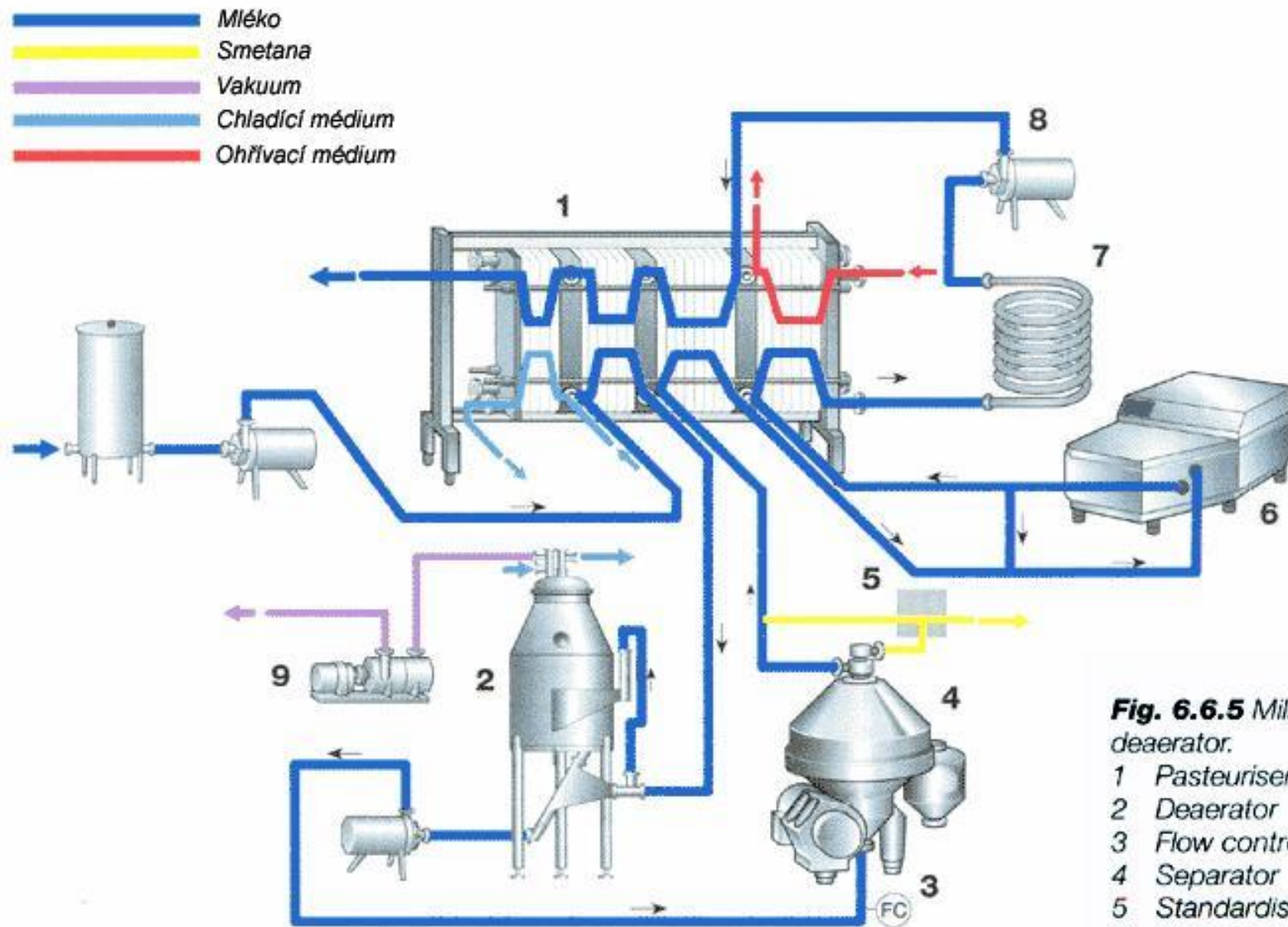


Fig. 6.6.5 Milk treatment plant with deaerator.

- 1 Pasteuriser
- 2 Deaerator
- 3 Flow controller
- 4 Separator
- 5 Standardisation unit
- 6 Homogeniser
- 7 Holding tube
- 8 Booster pump
- 9 Vacuum pump

Tepelné ošetření mléka - pasterační záhřevy

- Dlouhodobá pasterace 63 °C / 30 min.
- Šetrná pasterace 72 °C / 15 s.
- Vysoká pasterace 85 °C / 5 s.
- Smetana nad 90 °C / několik sec.



Rozdíly	Čerstvé mléko	Trvanlivé mléko
Trvanlivost	7 dnů Datum použitelnosti	6 měsíců DMT
Skladování	V chladu 4-8 °C	Při pokojové teplotě Do 24 °C
Nutriční hodnota	Nejmenší změny fyz., chem., biologických vlastností	Výraznější změny, vařivá chuť, rozklad vitamínů
Mikrobiologie	Zničení choroboplodných MO	Zničení všech MO i spor
Tepelné ošetření	Pasterizace 85°C, 1-2 s	UHT 137°C-142°C, po dobu nejméně 1 s