

INOVACE V MLÉKÁRENSTVÍ

doc. Ing. Ladislav Čurda CSc.

Ústav mléka, tuků a kosmetiky



**VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE**



Inovace a trendy

■ Dříve

- změna složení (? zlevnění výrobku), nová příchuť, nový obal
- funkční potraviny
- **nová technologie** – zlepšení vlastností výrobku, zcela nový výrobek

■ Současný trend - navíc

- **reformulace**
- větší důraz na bio-, eko-
- omezení plýtvání

■ Výhled

- důsledky Zelené dohody pro Evropu
- strategie „od zemědělce ke spotřebiteli“



Aktivity Ústavu mléka, tuků a kosmetiky v oblasti inovací

■ Výzkumné aktivity – grantové projekty

- galaktooligosacharidy
- kaseinomakropeptid
- kolostrum
- probiotika
- enkapsulace
- transglutaminasa
- alternativy mléčných výrobků

■ Spolupráce s průmyslem






■ Účast na hodnocení a organizaci

- Mlékárenský výrobek roku
- Mlékárenský den v Přibyslavi
- (Celostátní přehlídky sýrů)








Technologické inovace

- Ošetření mléka 
- Membránové procesy 
- Mikropartikulace syrovátkových bílkovin 
- Využití enzymů 
 - β -galaktosidasa
 - nové typy syřidel pro výrobu sýrů
 - transglutaminasa
- 3D tisk 



Ošetření mléka

- Čerstvé x UHT mléko 
- Alternativy tepelného ošetření – většinou ve stadiu výzkumu
 - pulzní elektrické pole
 - vysoký hydrostatický tlak
 - UV záření v tenké vrstvě
 - ultrazvuk 20 kHz
 - mikrovlnný ohřev
 - odstředování – baktofugace 
 - mikrofiltrace 



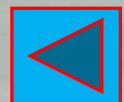
Čerstvé x UHT mléko



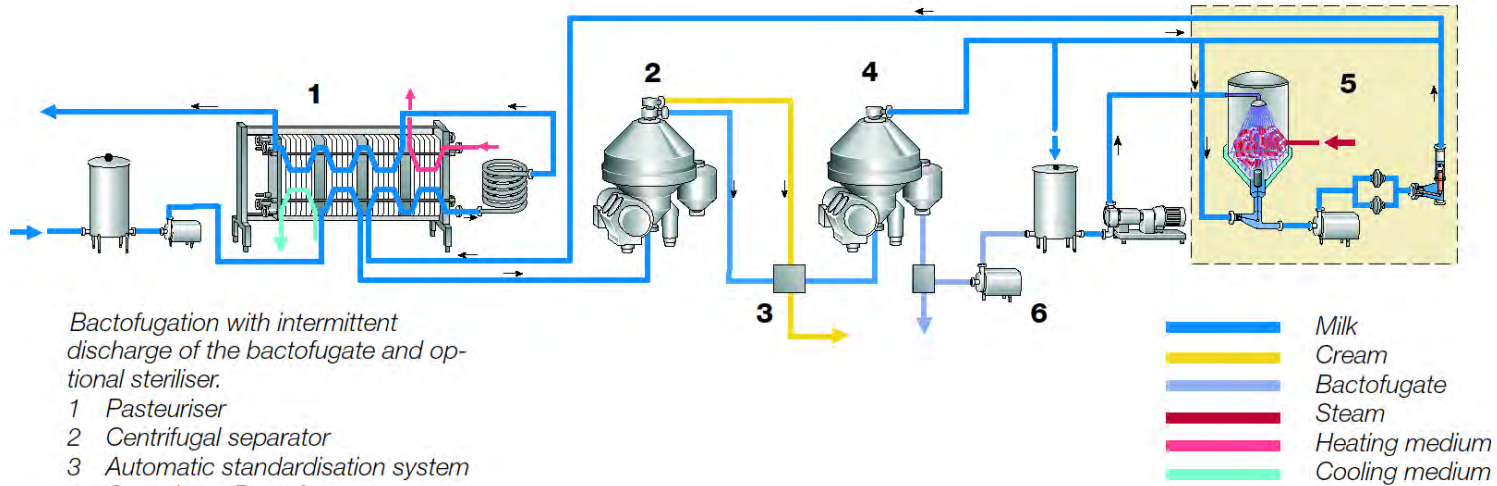


Čerstvé x UHT mléko

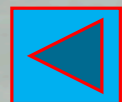
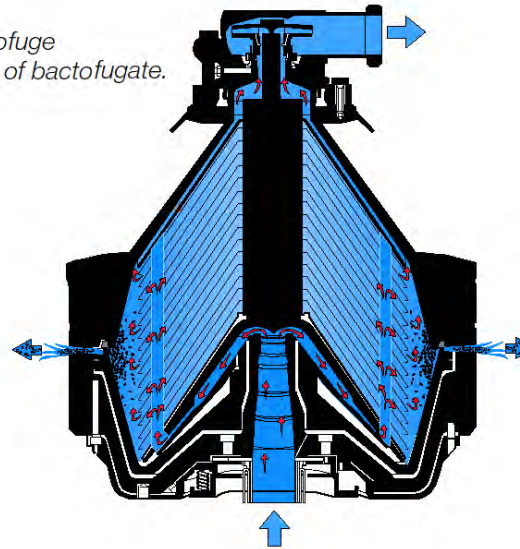
- Podíl čerstvého mléka $\approx 20\%$
 - do r. 1998 převaha čerstvého mléka
 - 2011 $\approx 15\%$
 - od r. 2013 $\approx 20\%$
- Nutriční rozdíly
- Senzorické rozdíly
- Situace v jiných zemích
- Ekologický pohled



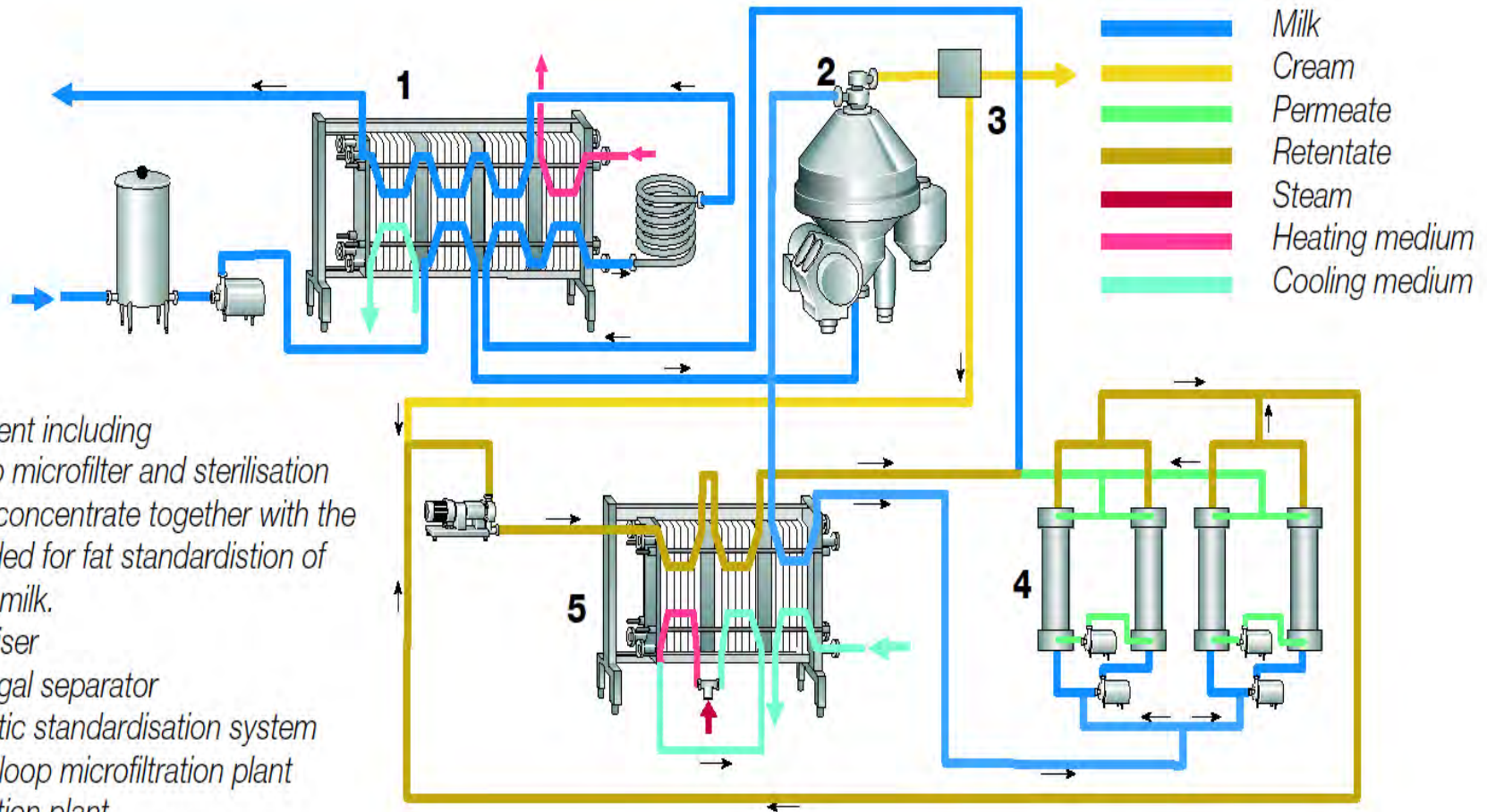
Baktofugace - jednofázová baktofuga



Bowl of one-phase Bactofuge for intermittent discharge of bactofugate.

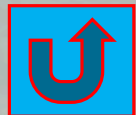


Mikrofiltrace



Milk treatment including double-loop microfilter and sterilisation of bacteria concentrate together with the cream needed for fat standardisation of the cheese milk.

- 1 Pasteuriser
- 2 Centrifugal separator
- 3 Automatic standardisation system
- 4 Double-loop microfiltration plant
- 5 Sterilisation plant





Membránové procesy

■ Zpracování syrovátky

- 70. - 80. léta – průmyslové uplatnění membránových procesů při zpracování syrovátky
- reverzní osmóza – zahuštění pro transport
- výroba koncentrátů syrovátkových bílkovin
- nanofiltrace nebo elektrodialýza
 - ✿ odsolení syrovátky

■ frakcionace složek

- specializované závody





Membránové procesy

■ Ultrafiltrace mléka

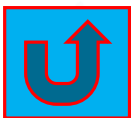
- surovina pro výrobu fermentovaných výrobků
 - ✿ zvýšení obsahu bílkovin
 - ✿ zlepšení konzistence
- výroba sýrů a tvarohů
 - ✿ zvýšení kapacity linky
 - ✿ úspora syřidla
 - ✿ standardnější výroba
 - ✿ vliv na zrání



TVAROH
TUČNÝ
250 g

Mléčné nálehy min. 22 % tuku / Mléčná kyselina min. 0,4 % / Obsah / mléka / Společně do důležitosti uvedeno na etiketě. Uložte při teplotě 2-8 °C. Po otevření ihned spotřebujte.

Výživové údaje na 100 g výrobku:	
Energetická hodnota / Energie	
Tuky	530 kJ / 127 kcal
z toho nasycené / nasycené mastné kyseliny	8,4 g
Sacharidy	5,5 g
z toho cukry	3,5 g
Bílkoviny / Bělkoviny	0,4 g
Sůl / Sol	0,02 g





Mikropartikulované bílkoviny syrovátky

■ Technologie z r. 1988

■ Náhrada tuku

■ Denaturace bílkovin

- tvorba gelu

- působení střižných sil – částice do 10 μm

■ Principy technologie – podmínky

- úprava složení – koncentrace bílkovin a laktózy

- zařízení

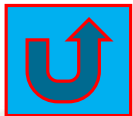
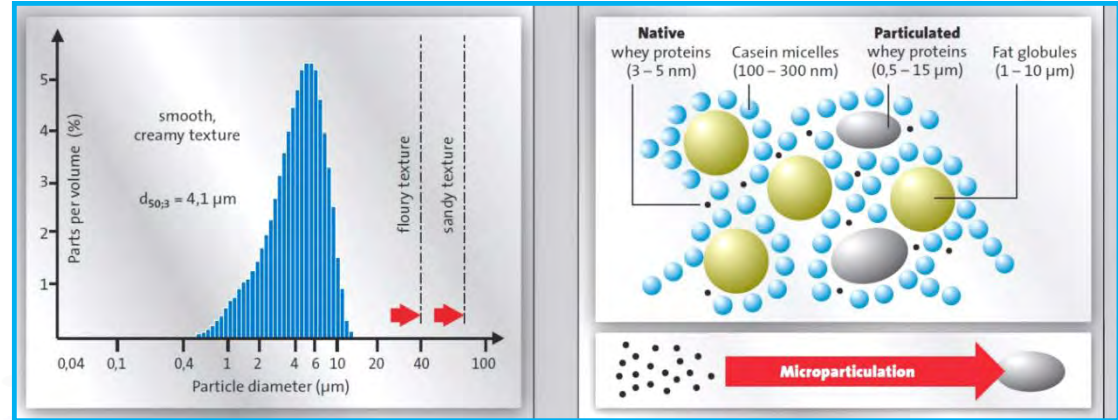
- výměník se stíraným povrchem

- vysokotlaká homogenizace

- homogenizační paster

- rotor-stator

- extruze





Využití enzymů - β -galaktosidasa

■ Hydrolýza laktózy

- zlepšení rozpustnosti
- zvýšení sladivosti

■ Příprava galaktooligosacharidů

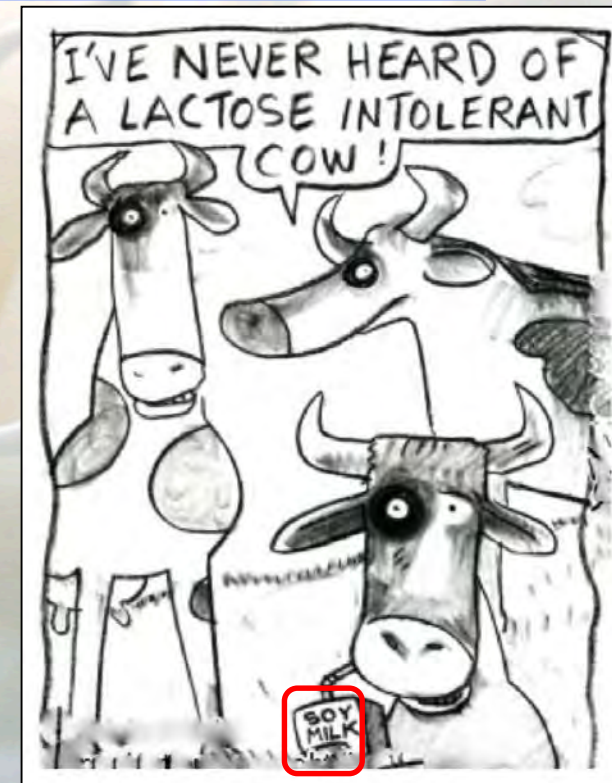
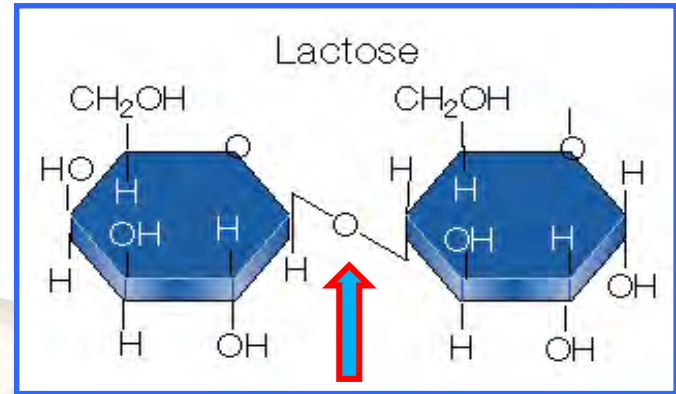
■ Řešení laktóзовé intolerance

- nonpersistence laktasy
- laktóza pouze v mléce
- + výrobky obsahující mléko, syrovátku, podmásílí (čokolády, cukrovinky, sušenky, ...)

■ Naše legislativa – 39/2018

- potraviny s nízkým obsahem laktózy – max. 1 %
- bezlaktóзовé – max. 0,01 %

■ Technologie



Výskyt nonpersistence laktasy (LNP)

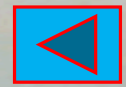
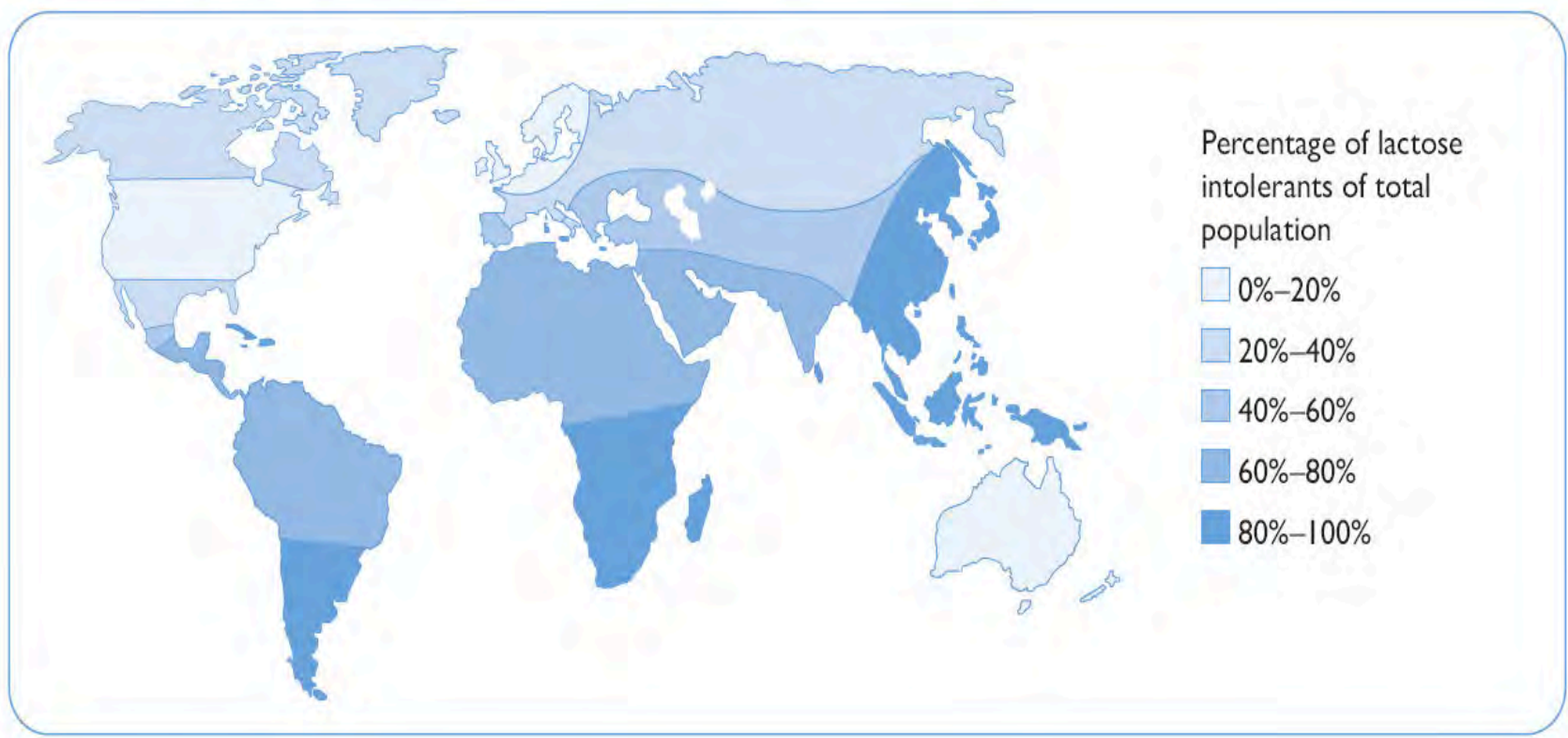
Země	Frekvence LNP (%)
Afrika (černoši)	100
Afrika (severovýchod)	10
Dánsko	4
Estonsko	43
Finsko	17
Francie	38
Irsko	4
Itálie	39-56
Japonsko	100
Maďarsko	40
Německo	15

Země	Frekvence LNP (%)
Polsko	37
Rakousko	20
Rusko (moskev. obl.)	25
Řecko	46
Španělsko	34
Švédsko	3
Švýcarsko	17
USA (běloši)	6
USA (černoši)	73
Velká Británie	23

ČR: 12,5-14,0 %



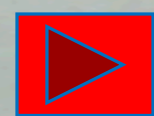
Výskyt laktosové intolerance





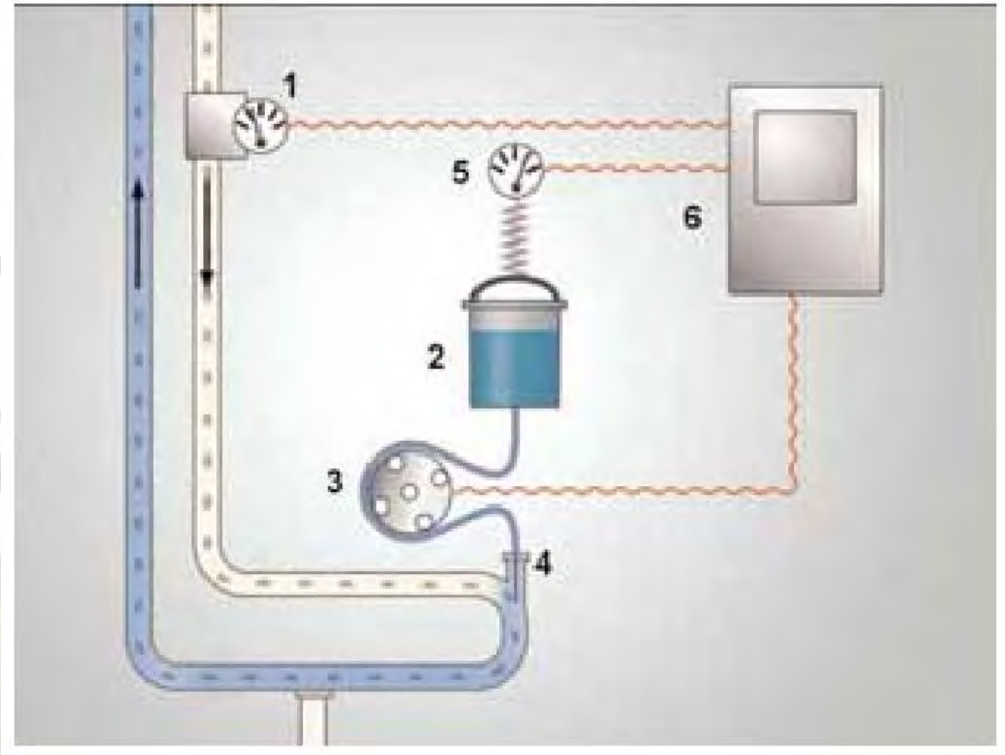
Výroba produktů s nízkým obsahem laktózy a bezlaktózových

- Hydrolýza při nízké teplotě (5 °C) přes noc
 - domácí příprava (nebo enzym v tabletě s jídlem)
 - průmyslově (2x tepelné ošetření) - cena vyšší o 50-70%
- Přídavek enzymu do tepelně ošetřeného mléka
 - UHT mléko - enzym sterilovaný membránovou filtrací
 - hydrolýza 7 - 10 dní při 20 °C
 - čistota enzymu
- Imobilizovaný enzym
- Řešení sladké chuti
 - u ochucených slazených výrobků – možné snížení přídavku cukru při zachování sladké chuti
 - hydrolýza laktózy po chromatografické separaci
 - kombinace membránových postupů

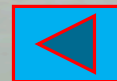




UHT mléko bez laktózy



- 1 – průtokoměr
- 2 – zásobník s enzymem
- 3 – peristaltické dávkovací čerpadlo
- 4 – dávkování enzymu přes mikrofiltr
- 5 – závěsná váha
- 6 – řídicí jednotka





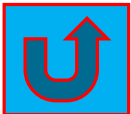
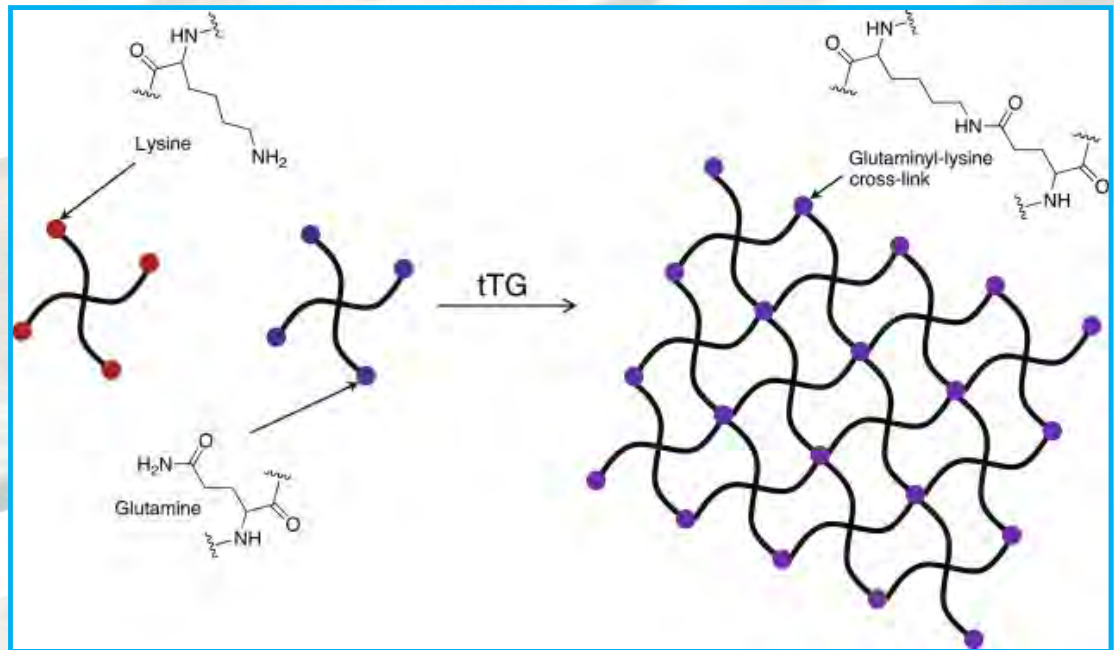
Využití enzymů

■ Nové typy syřidel pro výrobu sýrů

- fermentačně produkováná syřidla
- velbloudí

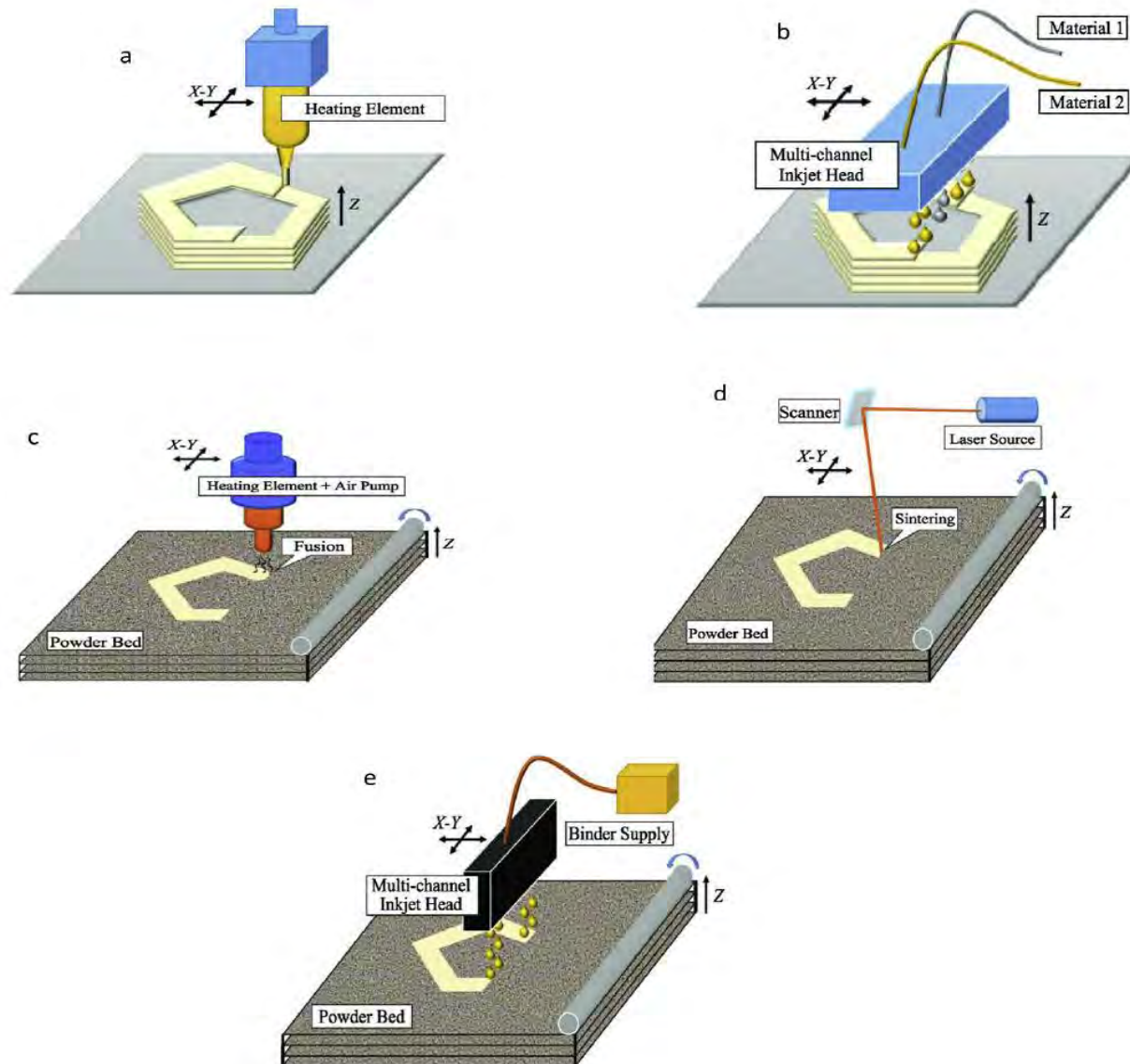
■ Transglutaminasa

- aplikace





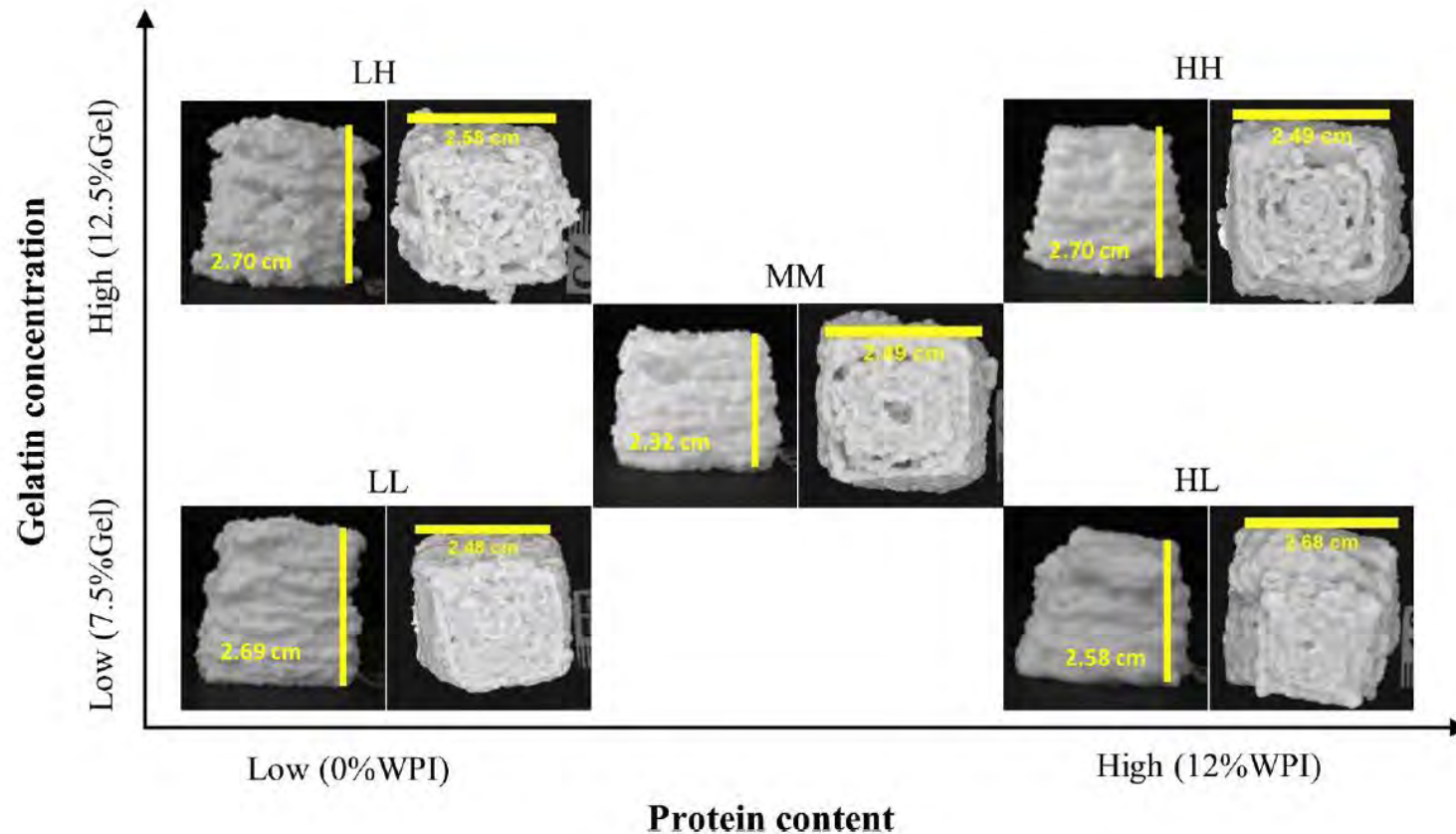
3D tisk - principy





3D task

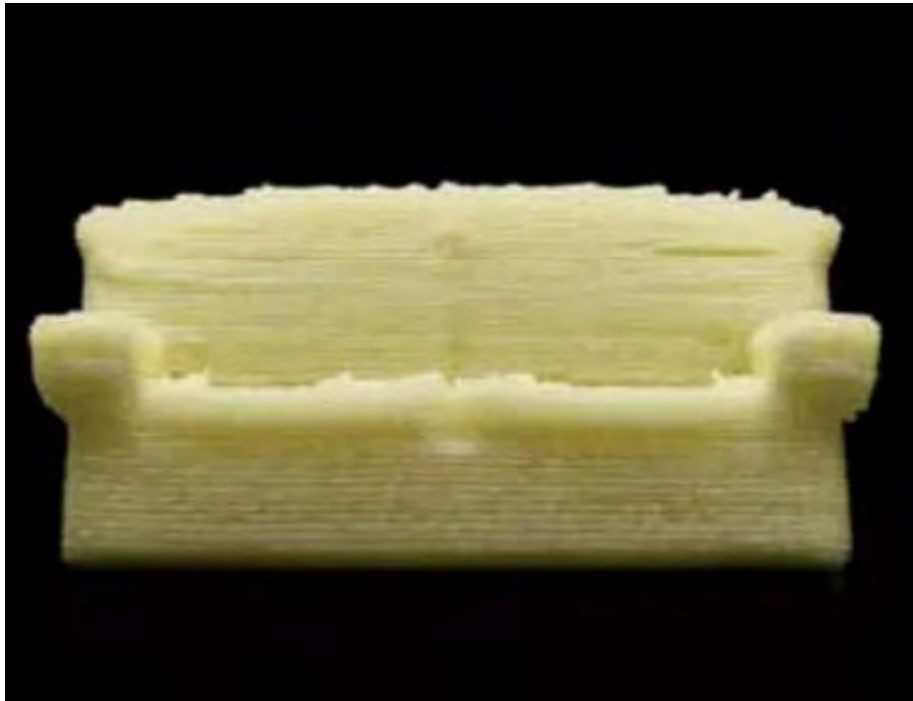
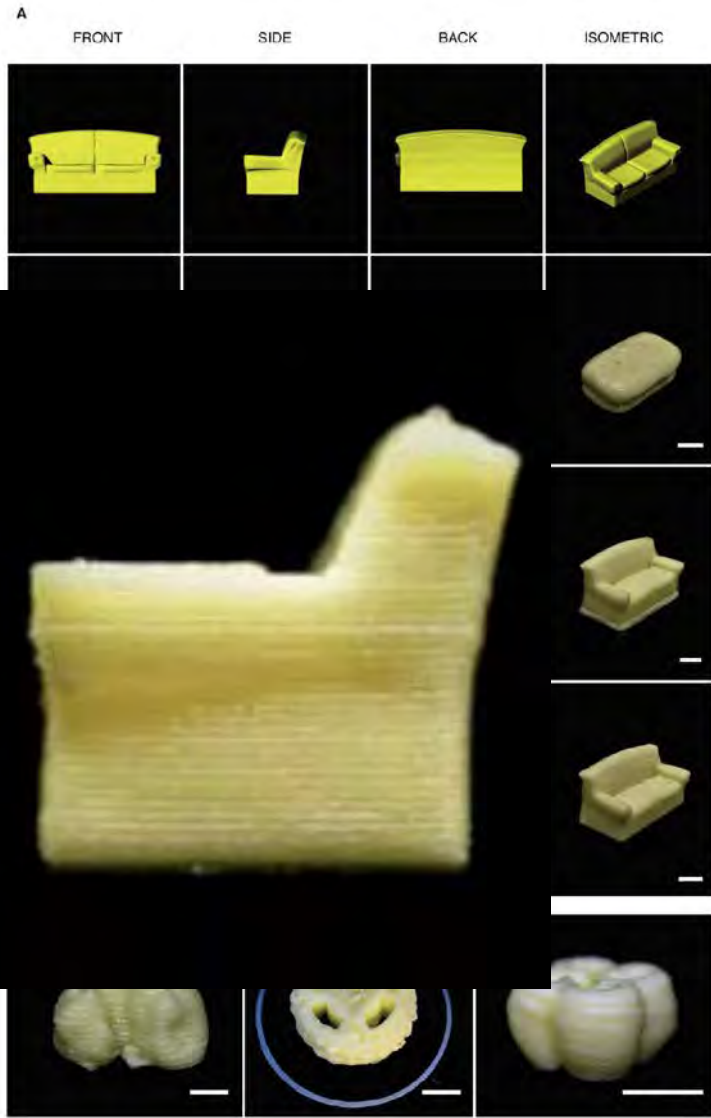
Jogurt



3D-printed yoghurt gels taken from lateral and top view. LL: 0% WPI-7.5% gelatine; LH: 0% WPI-12.5 %gelatine; MM: 6% WPI-10% gelatine; HL: 12% WPI-7.5% gelatine; HH:12% WPI- 12.5% gelatin. (*Riantiningtyas et al. : Food Res. Int. (2021)*)



3D tisk



Pohovka – 3D tisk ze sušeného mléka

<https://3dprint.com/273181/sutd-researchers-use-diw-3d-printing-and-cold-extrusion-to-fabricate-models-out-of-milk/>



Reformulace

■ Reformulace konzumního mléka

● omezena legislativou

- ✿ úprava obsahu tuku
- ✿ fortifikace vitaminy, minerálními látkami, bílkovinou
- ✿ hydrolýza laktózy

● fortifikace vitaminem D

- ✿ nízký příjem
- ✿ v mléce málo, vhodná kombinace s vápníkem
- ✿ v Kanadě povinná, v USA – téměř veškeré mléko
- ✿ předávkování
- ✿ fortifikace dalších výrobků – sýry, tavené sýry, fermentované výrobky

● další možnosti

- ✿ Ca, Fe, I, laktoferin, ...



Přídavek vitamínu D 0,75 $\mu\text{g}/100\text{ ml}$



Reformulace dalších mléčných výrobků

■ Regulace energetické hodnoty

● tuk

- ✿ obsah tuku – příp. složení tuku
- ✿ mikropartikulované bílkoviny
- ✿ náhrada tuku hydrokloidy
- ✿ složené emulze

● sacharidy

- ✿ laktóza – hydrolýza
 - ◆ stačí 60 % laktózy, snížení energie o 27 %
- ✿ sacharóza – často vysoký obsah, x zahuštěné slazené mléko
- ✿ nekalorická sladidla – aspartam, acesulfam K, sukralóza
- ✿ fruktóza
- ✿ vláknina, prebiotika



Reformulace dalších mléčných výrobků

■ Obsah bílkovin

- současný trend

■ Obsah soli

- přírodní sýry

- omezené možnosti – význam soli

- ◆ senzorický – chuť, konzistence

- ◆ ovlivnění biochemických procesů

- ◆ aktivita vody - trvanlivost

- výběr v širokém sortimentu sýrů

- náhrada soli

- tavené sýry

- tavicí soli

■ Omezení nebo vyloučení přídatných látek

- sýry - dusičnan draselný (baktofugace, ...)



Mléčné výrobky a reformulace zaměřené na specifické skupiny spotřebitelů

- Senioři
- Sportovci
- Výživa nemocných
- Děti



Inovace v mlékárenství ve vztahu ke změně klimatu, udržitelnosti, Zelené dohodě pro Evropu, strategie „od zemědělce ke spotřebiteli“



■ Omezení plýtvání

- rozdíl rozvojové a rozvinuté země

■ Inovace obalů

- velikost
- recyklovatelnost
 - ✿ obaly bez plastového uzávěru, bez plastových víček na kelímcích – pohodlí x snížení obsahu plastů
 - ✿ snadné oddělení jednotlivých částí obalu ze stejného materiálu (hliník-papír-plast)
 - ✿ omezení potištěné plochy
- značení obalů – Nutri-Score

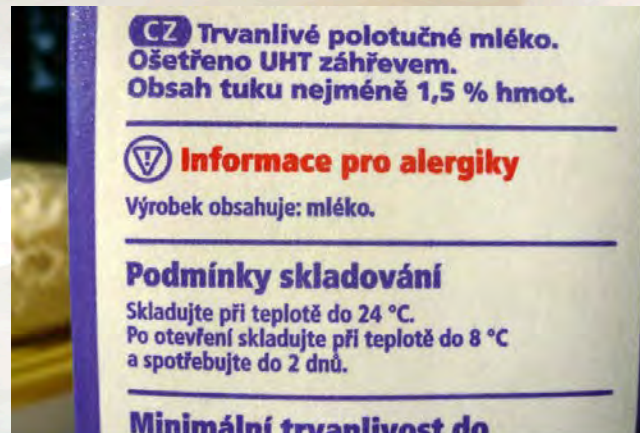




Značení obalů

Free from

- bez GMO
- bez lepku
- bez tuku
- bez laktózy
- bez „éček“
- .
- .
- bez mléka





■ Doprava

- „od zemědělce ke spotřebiteli“ – mlékomaty
- důraz na lokální produkci
- import běžného sortimentu mlékárenských výrobků
- vývoz nezpracovaného mléka

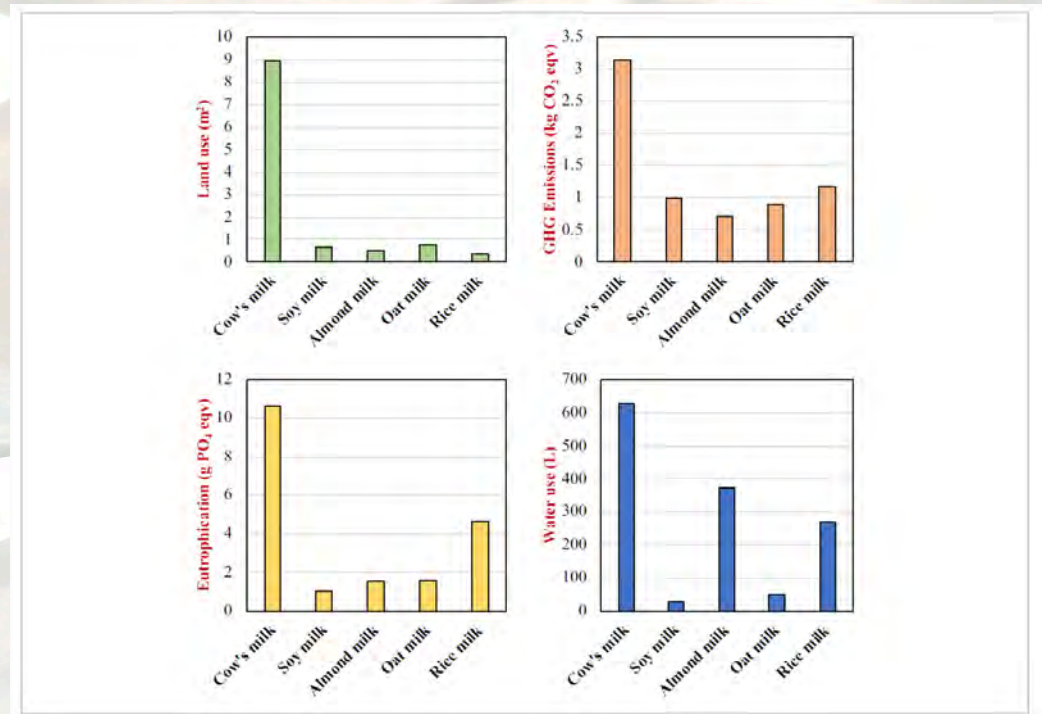
■ Spotřeba vody

- membránové procesy



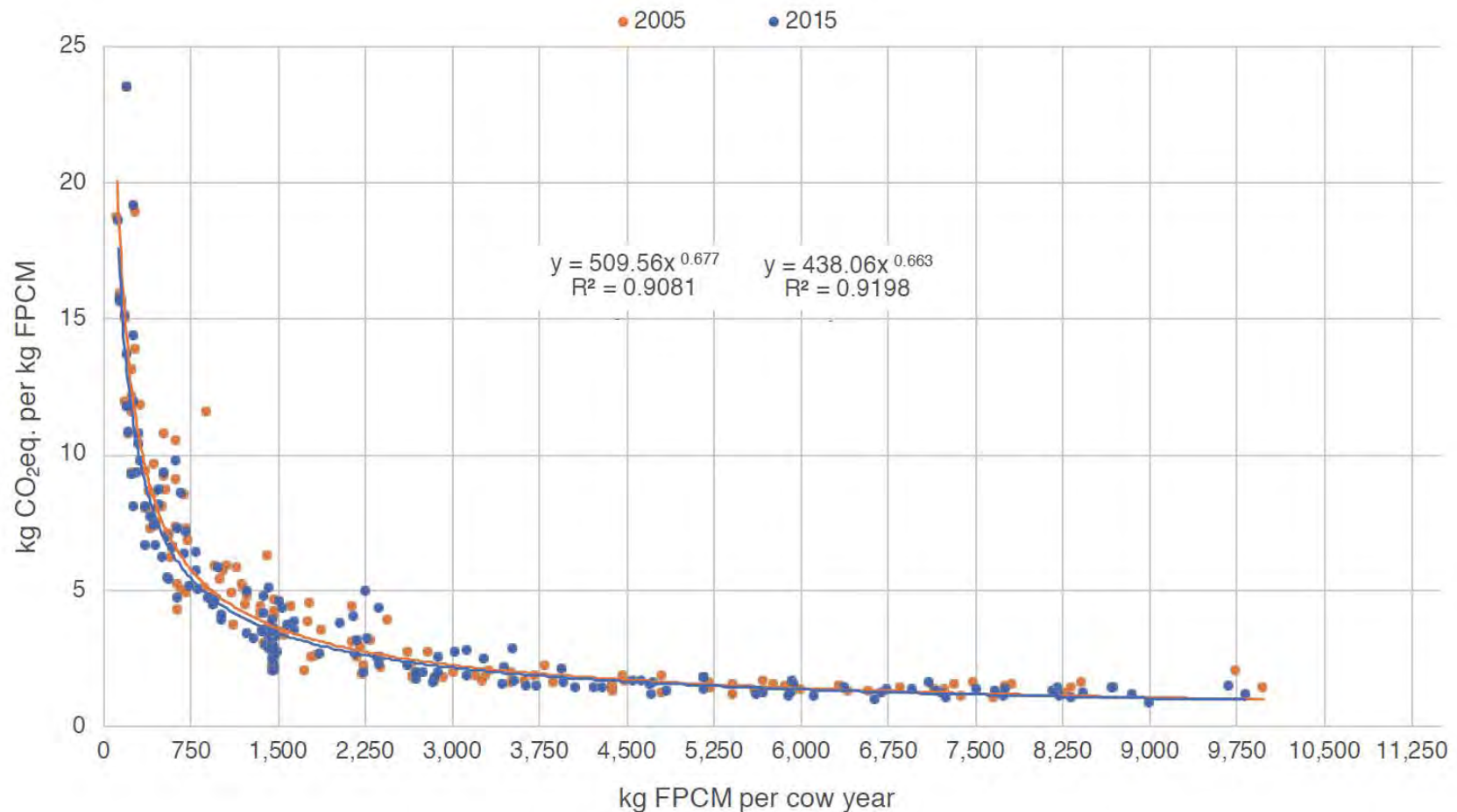
Vliv na životní prostředí

- Trend omezování živočišných produktů
 - maso x mléko
 - mléko z laboratoře (animal free dairy products)
- Náhrada rostlinnou produkcí – alternativy mléčných výrobků





Produkce skleníkových plynů



Emisní intenzita v závislosti na dojivosti (FAO, 2018)



Produkce skleníkových plynů

- Rozvinuté země – 1,4 kg CO₂ ekv./kg mléka
- Rozvojové země – 5,4 kg CO₂ ekv./kg mléka





Porovnání užítkovosti dojnic

	Produkce	Stavy dojnice	Užitkovost
	Objem (tis.t)	Počet (tis.ks)	Užitkovost (t/ks)
	Ø 2017–2019		
Svět	839 528	707 939	1,19
Sever.Amerika	108 697	10 354	10,51
USA	98 309	9 375	10,49
Evropa	225 732	41 128	5,49
EU	151 661	20 875	7,22
ČR (2019)	2,5	347	8,70
Rusko	30 612	7 922	3,86
AFRIKA	44 079	227 644	0,19
ASIE	348 807	380 656	0,92
Čína	35 130	12 833	2,42
Indie	184 019	140 441	1,31
OCEANIE	30 942	6 610	4,68
Rozvinuté země	401 312	78 741	5,10
Rozvojové země	438 216	629 198	0,70
Nejméně rozvinuté z.	27 329	219 943	0,12
OECD	366 080	81 755	4,48
BRICS	288 017	178 812	1,61



Náhrada rostlinnou produkcí - alternativy mléčných výrobků

- Jeden z hlavních trendů
- Doplnění produkce mlékáren rostlinnými produkty
- Možné výhody kombinace rostlinné a mléčné suroviny
 - nevýhody čistě rostlinných náhražek
 - kombinace – úprava funkčních a nutričních vlastností
 - ? označování



Závěr

- Změny v zaměření inovací
- Přijetí nových výrobků spotřebiteli
 - dlouhodobě setrvání nových výrobků na trhu
- Důraz na uplatnění nových technologií
- Kvalifikovaný a uvážlivý přístup k direktivně prosazovaným směrům



Děkuji za pozornost