

## UŽITÍ ULTRAFILTRACE PRO ZVÝŠENÍ EFEKTIVNOSTI VÝROBY TVAROHŮ A JOGURTŮ

Binder Michael<sup>1</sup>, Drbohlav Jan<sup>1</sup>, Jarmar Jan<sup>2</sup>,  
Pechačová Marta<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Výzkumný ústav mlékárenský s.r.o., Ke Dvoru 12a,  
160 00 Praha 6

<sup>2</sup> Bohušovická mlékárna a.s., Brňany 125,  
411 56 Bohušovice nad Ohří

### Use of ultrafiltration for increase quark and yogurt production efficiency

#### Abstrakt

Cílem studie bylo využití ultrafiltrace při zpracování různých druhů syrovátk a získat retentáty (tekuté koncentráty syrovátkových bílkovin). Vstupní surovinou byly sladká a kyselá syrovátka z klasické výroby termotvarohu. Za použití laboratorních pokusů bylo dalším cílem studie ověřit využití těchto retentátů ke zvýšení efektivnosti výroby tvarohů a jogurtů. Pro výrobu tvarohů a jogurtů byla použita směs mléka s 10 % koncentrátem syrovátkových bílkovin o sušině blízké sušině odtučněného mléka 9 %. Tvarohy byly vyrobeny jako termotvarohy pomocí vysoké pasterace směsi. Pokusné tvarohy vykazovaly stejné senzorní vlastnosti jako tvarohy vyrobené ze 100 % mléka. Vaznost vody související s uvolňováním syrovátky byla při skladování lepší než u tvarohů vyrobených standardně. Pokusné jogurty také vykazovaly stejné senzorní vlastnosti jako jogurty vyrobené ze 100 % mléka a vaznost vody byla lepší, nebyla tedy uvolňována syrovátka v průběhu skladování.

**Klíčová slova:** syrovátka, ultrafiltrace, syrovátkové bílkoviny, retentát, termotvaroh, jogurt

#### Abstract

The aim of this study was the use of ultrafiltration in the processing of different types of whey and to get retentates (liquid whey protein concentrates). Sweet and acid whey from the standard thermo-quark production were used as a feedstock. Using laboratory experiments, the verification of the increased quark and yoghurt production efficiency was another aim of the study. Milk mixture with 10 % of retentate (dry matter of this mixture was approximately the same as the dry matter of skim milk - 9 %) was used for the quark and yoghurt production. Curds were made as thermo-quark by the high pasteurization of the mixture. Experimental samples of quark showed the same sensory properties as the standard quarks made from 100 % of milk. In the experimental samples of quark, the water holding capacity related to the release of whey during storage was better than in the standard curds. Experimental samples of yoghurt also showed

the same sensory properties as the standard yoghurts made from 100 % of milk and water holding capacity was better as well, the whey was not released during storage.

**Key words:** ultrafiltration, whey proteins, retentate, thermo-quark, yoghurt

#### Úvod

Syrovátka je v mlékárenství vedlejším produktem z výroby sýrů, tvarohů a kaseinu. Většina se využívá na sušení a pak k dalšímu zpracování na různé potravinářské a krmivářské produkty. Značné objemy syrovátky se demineralizují elektrodialýzou a demineralizovaná sušená syrovátka je tak ještě cennější potravinářskou a krmivářskou surovinou i pro dětskou a kojeneckou výživu. Syrovátka je i významným zdrojem pro výrobu laktózy a jejích derivátů a velmi významná je i výroba různých koncentrátů syrovátkových bílkovin, které se využívají ke zvyšování obsahu bílkovin v mlékárenských produktech a obecně v potravinách. Tyto koncentráty se získávají většinou s využitím ultrafiltrace a případně kombinací s dalšími typy membránových procesů. Složení syrovátek jednotlivých typů je různé a liší se podle daného výrobního postupu, daného výrobce, daného typu tvarohu nebo sýra (Nielsen, 1988). Efektivní využití syrovátky je také velmi závislé na zpracovávaném množství. V České republice (ČR) jsou zatím, ve srovnání s významnými mlékařskými zeměmi, zdroje syrovátky relativně malé. Využití velkých zdrojů a především sladké syrovátky se nejeví jako problém, protože je většinou prodávána zahuštěná velkým zpracovatelům nebo se suší. Malými zdroji jsou především výroby tvarohů. Proto jsme se zaměřili na určitou možnost využití kyselých syrovátek ve srovnání se sladkou.

Z výroby tvarohů a sýrů kyselé srážených je vedlejším produktem kyselá syrovátka a z výroby sýrů srážených syřidlem je vedlejším produktem syrovátka sladká. Tvarohy se vyrábějí v ČR dvěma způsoby, tzv. klasicky, ale většinou jako termotvarohy, kdy mléko na srážení je pasterováno vysokou pasterací a po fermentaci získaná sráženina (tvarohovina) je zahřívána na 60 °C s výdrží přibližně 5 min, aby došlo i k vysrážení co největšího množství syrovátkových bílkovin a po jejich navázání na kaseinovou tvarohovou sráženinu i k zvýšení výtěžnosti výroby. Vedlejším produktem je kyselá syrovátka se sníženým obsahem syrovátkových bílkovin. Část těchto bílkovin v této kyselé syrovátce z termotvarohu přesto zůstává a stojí za to hledat způsob jak ji zachytit a zužitkovat.

Cílem našich úvah, předcházejících laboratorních pokusů a nyní popsanych pokusů bylo prověřit a kvantifikovat získání retentátů (koncentrátů syrovátkových bílkovin) o vhodných parametrech pomocí ultrafiltrace ze základních typů syrovátek, které jsou v ČR k dispozici ze syrovátky sladké, ze syrovátky kyselé a syrovátky kyselé z výroby termotvarohu.

Dalším naším zájmem bylo využití těchto retentátů v laboratorní výrobě tvarohů a jogurtů s představou zefektivnit jejich výrobu a zlepšit jejich reologické vlastnosti, především zlepšením vaznosti vody v tvarohu, což se projeví v menším uvolňování syrovátky v průběhu skladování.

Byly získány tři druhy syrovátek ze tří různých mlékáren: sladká syrovátka z výroby eidamu, kyselá syrovátka z výroby klasického tvarohu a syrovátka z výroby termotvarohu.

Tyto tři druhy syrovátek, každá v objemu přibližně 400 l, byly podrobeny ultrafiltraci a získané retentáty o objemu přibližně 20 l pak byly použity pro laboratorní výrobu tvarohů a jogurtů. Na základě předcházejících laboratorních pokusů byly připraveny směsi mléka a tří retentátů přidávaných v množství 10 % celkového objemu směsi. Tyto směsi byly použity pro výrobu termotvarohu a jogurtů. Byly také provedeny kontrolní laboratorní výroby termotvarohů a jogurtů pouze z mléka.

Všechny suroviny - mléko, syrovátky, retentáty - byly analyzovány, aby bylo stanoveno jejich složení. Byly zaznamenány parametry procesu ultrafiltrace. Pro výrobu tvarohů a jogurtů byly zvoleny parametry laboratorní výroby tak, aby co nejvíce simulovaly provozní parametry výroby. U výroby termotvarohů jsme si vědomi, že simulace jeho výroby byla velmi přibližná, protože laboratorní postup nebyl, na rozdíl od provozního, v části odstředění tvarohoviny a její termizace kontinuální.

Laboratorně vyrobené termotvarohy a jogurty byly hodnoceny po stránce složení, po stránce senzorycké, reologické a orientačně i mikrobiologické. Byly získány i informace o složení jednotlivých frakcí bílkovin syrovátek. Všechny tyto poznatky a informace budou využity pro plánování provozních pokusů získání retentátu ultrafiltrací kyselé syrovátky z termotvarohu a provozní výroby termotvarohu a jogurtu s využitím 10 % objemových tohoto retentátu ve směsi s mlékem. Pokud výsledky poskytnou důkaz o efektivitě tohoto navrhovaného postupu, je reálné jeho zavedení ve výrobě.

## Materiál a metodika

### Ultrafiltrace syrovátek

#### Přístroje a zařízení:

Pilotní zařízení MemBrain, UF keramické membrány Orelis, Francie, 300 kDa, filtrační plocha 1,2 m<sup>2</sup>, zásobní nádrž Packo 400 l, váhy, pHmetr GRYF, elektroda DHJ, digitální teploměr, kontejner na syrovátku nebo permeát, kyselina chlorovodíková 37 %, vzorkovnice na vzorky a nádoby na retentát, IF analyzátor DairySpec FT, Bentley, pro klasické metody el. sušárna, butyrometry, odstředivka na butyrometry, termostátovaná vodní lázeň, laboratorní sklo, misky na sušení, spalovací blok s trubicemi, zařízení Parnas-Wagner, běžné chemikálie.

#### Metodika:

Ultrafiltrace syrovátek byla prováděna s cílem získání retentátu o sušině přibližně 8 - 9 %, přibližně rovné sušině odtučněného mléka, jak vyplývalo z doporučení z předcházejících laboratorních pokusů (Roubal, 2017) a z cíle dalšího využití retentátu k přípravě směsi 90 % odtučněného mléka a 10 % retentátu pro výrobu jogurtů a tvarohů.

Byly sledovány parametry ultrafiltrace pro případnou optimalizaci procesu při dalších ultrafiltracích.

Vzhledem k požadavku dosáhnout minimálně tukuprosté sušiny mléka 8 % bylo nutné zpracovat alespoň 350 l syrovátky, které byly dovezeny v kontejneru, bezprostředně po příslušné výrobě. Teplota syrovátek z příslušných výrob během transportu a skladování před ultrafiltrací byla po dobu ne delší než 12 hodin od 25 do 10 °C. Žádné předúpravy nástřiku (filtrace, odstředění, změna pH) nebyly do provedení ultrafiltrace syrovátek prováděny.

Teplota během UF byla udržována tak, aby nepřesáhla 50 °C a nedošlo k denaturaci přítomných syrovátkových bílkovin. Zvýšená teplota v rozmezí 40 - 50 °C je výhodná z hlediska nižší viskozity, tím vyšší rychlosti filtrace a vyšší hodnoty redukovaného objemu (Belhamidi S., 2015).

Během filtrace byly zapisovány aktuální průtoky permeátu, objem permeátu, teplota retentátu, tlak před a za membránou, po skončení ultrafiltrace byla zvážena hmotnost retentátu. Ze získaných dat se vypočítal průměrný průtok permeátu (flux), zádrž celkových a pravých bílkovin, retence, bilance sušiny, bilance bílkovin a redukovaný objem (Palatý, 2012). Retence byla spočtena podle vzorce  $R = 1 - (c_p / c_o)$ , kde  $c_p$  je koncentrace látky v permeátu,  $c_o$  koncentrace separované složky ve vstupu. Redukovaný objem  $V_R$  v % byl spočten podle vzorce  $V_R = (V_P / V_o) \times 100$ , kde  $V_P$  je objem odstraněného permeátu a  $V_o$  vstupní objem, obojí v litrech. Průtok syrovátky byl regulován tak, aby nedošlo k zavzdušnění a napěnění retentátu. Retentát i permeát včetně zádrže v zařízení, byly zváženy a byly odebrány vzorky pro stanovení složení, případně pro mikrobiologické stanovení. Retentát byl co nejrychleji zchlazen, potom zmrazen a skladován při -18 °C pro laboratorní výrobu tvarohu a jogurtu v pozdější době.

### Laboratorní výroba tvarohu a jogurtu s přidávkou 10 % retentátu

Před použitím byly retentáty analyzovány chemicky postupy uvedenými v tabulce 1.

**Tab. 1** Použité metody pro analýzy retentátu

Analýza	Metoda
pH	elektrochemická, pHmetr
laktóza	IF analyzátor Bentley
celkové bílkoviny	metoda podle Kjeldahla
nebílkovinný dusík	stanovením obsahu dusíku Kjeldahlovou metodou ve filtrátu po okyselení kyselinou trichloroctovou na pH 4,60
sušina	vážková klasická
tuk	butyrometrická

Laboratorní výroby tvarohů a jogurtů byly provedeny s běžným vybavením laboratoře doplněným cedníky a plachtami na mléko. Analýzy sušiny, tuku, bílkovin, laktózy byly prováděny v případě sladkého mléka a směsi s pH > 6,0 na přístroji DairySpec FT, Bentley, v případě kyselé syrovátky a směsi s pH < 6 metodami klasickými - sušina gravimetricky sušením při 102 °C, tuk butyrometricky, bílkoviny Kjeldahlovou metodou stanovením dusíku vynásobeným faktorem 6,38. Aktivní kyselost produktů byla

měřena pomocí kombinované vpichové elektrody a pHmetru s teplotní kompenzací.

Mikrobiologické rozbory zahrnovaly stanovení jogurtových bakterií vzhledem k povinnosti splnění jejich počtu podle vyhlášky č. 77/2003 ve znění pozdějších předpisů vyhl. 124/2004 Sb.

### Laboratorní postup výroby jogurtu

#### Použité suroviny:

- retentát z ultrafiltrace syrovátky na pilotním zařízení (zamražený)
- mléko čerstvé 1,5 % tuku, z tržní sítě - viz tab. 2
- sušené odtučněné mléko (SOM), výrobce Moravia Lacto a.s., závod Jihlava, viz tab. 2
- jogurtová kultura CCDM 176

Tab. 2 Složení surovin

Surovina	Obsah tuku (%)	Obsah bílkovin (%)	Obsah laktózy (%)	Obsah sušiny (%)	pH
mléko čerstvé polotučné*	1,60	3,38	5,08	10,68	6,65
sušené odtuč. mléko <sup>+</sup>	1,0	35,50	51,3	96,3	-

\* údaje z analyzátoru DairySpec FT; <sup>+</sup> údaje z analyzního certifikátu

#### Laboratorní postup výroby jogurtu:

- standardizace směsi na celkovou sušinu 18 %
- pasterace směsí 92 °C/5 min
- zchlazení na 30 °C
- zaočkování jogurtovou kulturou CCDM 176 (1 %)
- zrání při 30 °C do pH 4,4 (17 - 18 hod)
- míchání a zchlazení na teplotu 23 °C
- plnění do kelímků
- skladování při 6 °C

### Laboratorní postup výroby termotvarohu

#### Použité suroviny:

- retentát z ultrafiltrace syrovátky na pilotním zařízení (zamražený)
- mléko čerstvé 1,5 % tuku, z tržní sítě (složení viz tab. 2)
- syřidlový preparát (Laktosin 1:10.000 s nasyceným roztokem CaCl<sub>2</sub> v poměru 1:1)
- mezofilní laktokoková kultura CCDM 1

#### Postup laboratorní výroby termotvarohu:

- standardizace směsi na sušinu blízkou sušině mléka 11,5 % a tučnost 1,5%
- stabilizace směsi na pH 6,5 pomocí 20 % roztoku citrát: fosfát 1:1
- pasterace substrátů 85 °C/6 min
- zchlazení na 28 °C
- očkování - mezofilní laktokoková kultura CCDM 1 (1 %)
- po 120 min zasýření syřidlovým preparátem (0,9 ml/1000 g substrátu)

- srážení při 28 °C do pH 4,4, (17 - 18 h)
- pokrájení sráženiny
- termizace při 65 °C/3 min
- zchlazení na 42 °C a odkapání (bez odstředění) při 23 °C
- plnění do kelímků
- skladování při 6 °C

### Výsledky a jejich diskuse

#### Ultrafiltrace syrovátek

Ultrafiltraci byly podrobeny tři základní, nejběžnější syrovátky, které jsou v ČR produkovány, Ultrafiltrací označovanou UF1 byla ultrafiltrována kyselá syrovátka z temotvarohu. Dalším druhem syrovátky, která byla podroben ultrafiltraci UF2, byla syrovátka sladká z výroby sýra eidam, nejběžněji vyráběného sýra v ČR. Třetí ultrafiltrací UF3 byla ultrafiltrována kyselá syrovátka vznikající při výrobě klasického tvarohu.

Ultrafiltrační procesy probíhaly za podmínek v tabulce 3.

Tab. 3 Parametry ultrafiltrací

Označení ultrafiltrace	množství na vstupu (l)	teplota počáteční/konečná (°C)	tlak p1/p2 (bar) na počátku a konci	celková doba (min)
UF1	390	37/50	3,0/1,2; 4,0/1,2	172
UF2	420	32,7/50	3,0/1,2; 3,24/1,2	289
UF3	390	35,0/35,7	3,0/1,2; 3,75/1,2	205

Výše uvedené parametry byly přepočítány na charakteristiky daného ultrafiltračního procesu a dané membrány uvedené v tabulce 4.

Parametry vstupních syrovátek, získaných retentátů a permeátů při ultrafiltracích UF1, UF2, UF3 jsou uvedeny v tab. 5.

Tab. 4 Průměrný průtok permeátu, redukováný objem a retence bílkovin

Ultra-filtrace	Průměrný průtok permeátu (l / h.m <sup>2</sup> )	Redukovaný objem (%)	Retence bílkovin (%)	
			celkových	pravých
UF1	50	93,4	37	97
UF2	65,8	95,1	56	68
UF3	75,6	95,1	45	73

Tab. 5 Parametry vstupní syrovátky UF1 až UF3

Ultrafiltrace číslo	Vzorek	pH	sušina %	bílkoviny %	NBN** %	tuk %	laktóza %
UF1	kyselá syrovátka z termotvarohu	4,32	6,07	0,51	0,329	-	-
	retentát	3,74	8,63	2,48	0,694	-	-
	permeát	4,27	5,83	0,32	0,305	-	-
UF2	sladká syrovátka	6,72	4,07*	0,55*	0,173	0,02*	3,39*
	retentát	5,38	12,66	7,59	0,614	0,75	-
	permeát	6,72	3,81	0,24*	0,119	0	3,13*
UF3	kyselá syrovátka klasická	4,54	6,46	0,80	0,415	-	-
	retentát	4,50	12,94	6,24	1,250	0,27	-
	permeát	4,50	5,94	0,44	0,337	-	-

\* analyzátor DairySpec FT

\*\* nebičkovinný dusík po přepočtu na bílkoviny faktorem 6,38

Tab. 6 Hmotnostní bilance UF1

	Syrovátka kyselá termizovaná (vstup)	Retentát	Permeát
Bílkoviny celkové (%)	0,51	2,48	0,32
NBN (%)	0,329	0,694	0,305
Bílkoviny pravé (%)	0,181	1,786	0,015
Celková sušina (%)	6,07	8,63	5,83
Bílkoviny v sušině (%)	8,23	28,7	5,49
Tuk (%)	-	-	-
Hmotnost (kg)	390	25,91	364,09*
Sušina (kg)	23,67	2,23	21,22
Bílkoviny celkové (kg)	1,95	0,64	1,17
Bílkoviny pravé (kg)	0,71	0,46	0,055

\* dopočetem: bílkoviny celkové (%) - NBN (%), NBN = nebilkovinný dusík po přepočtu na bílkoviny faktorem 6,38

\* dopočetem (kg vstupu - kg retentátu)

Tab. 7 Hmotnostní bilance UF2

	Syrovátka sl. (vstup)	Retentát	Permeát
Celkové bílkoviny (%)	0,55	7,59	0,24
NBN (%)	0,173	0,614	0,119
Bílkoviny pravé (%)	0,377	6,976	0,121
Celková sušina (%)	4,07	12,66	3,81
Bílkoviny v sušině (%)	13,51	60,0	6,30
Tuk (%)	0,02	0,75	-
Hmotnost (kg)	420	20,40	399,6*
Sušina (kg)	17,09	2,58	16,42
Bílkoviny (kg)	2,48	1,55	1,03
Bílkoviny pravé (kg)	1,70	1,42	0,52

\* dopočetem: bílkoviny celkové (%) - NBN (%), NBN = nebilkovinný dusík po přepočtu na bílkoviny faktorem 6,38

\* dopočetem (kg vstupu - kg retentátu)

V tabulkách 6, 7, 8 jsou uvedeny ještě další parametry charakterizující syrovátky, permeáty a retentáty z jednotlivých ultrafiltrací UF1, UF2, UF3.

Kyselosti kyselých syrovátek UF1 a UF3 a kyselost sladké syrovátky UF2 odpovídaly jejich charakteru.

Parametry syrovátek uvedené v tabulce 5 a také v tabulkách 6, 7, 8 odpovídají charakteru původu. Kyselé syrovátky jak z klasického tvarohu, tak z termotvarohu měly sušinu přibližně 6 %. Syrovátka sladká z výroby eidamu měla sušinu o 30 % nižší z důvodu technologie výroby eidamu, kdy ve fázi procesu praní zrna je syřenina přihřívána, 1/3 syrovátky odpuštěna a nahrazena vodou.

Nutno konstatovat, že obsah bílkovin (pravých bílkovin) syrovátkách je v podstatě nižší než se vypočte ze stanovení celkového dusíku Kjeldahlovou metodou nebo touto metodou nakalibrovanými nepřímými metodami. Lze konstatovat, že syrovátka UF1 obsahovala 0,5 % bílkovin, ale

Tab. 8 Hmotnostní bilance UF3

	Syrovátka kys. klas. (vstup)	Retentát	Permeát
Celkové bílkoviny (%)	0,80	6,24	0,44
NBN (%)	0,415	1,250	0,337
Bílkoviny pravé (%)	0,385	4,99	0,103
Celková sušina (%)	6,46	12,94	5,94
Bílkoviny v sušině (%)	12,38	48,22	7,41
Tuk (%)	-	0,27	-
Hmotnost (kg)	390	19,10	370,9*
Sušina (kg)	25,19	2,47	22,03
Bílkoviny (kg)	3,12	1,19	1,63
Bílkoviny pravé (kg)	1,50	0,95	0,38

\* dopočetem: bílkoviny celkové (%) - NBN (%), NBN = nebilkovinný dusík po přepočtu na bílkoviny faktorem 6,38

\* dopočetem (kg vstupu - kg retentátu)

65 % představovala bílkovina vypočtená z nebilkovinného dusíku. Tato zdánlivá bílkovina nebude zachycena ultrafiltrací v retentátu. Syrovátka sladká UF2 obsahovala také přibližně 0,5 % celkových bílkovin, ale jen 30 % bílkovin odpovídajících nebilkovinnému dusíku, což je pravděpodobně na vrub zředění vodou při dohřívání při výrobě eidamu.

Nejvíce bílkovin obsahovala syrovátka z klasické výroby tvarohu UF3 0,8 %, ale také přibližně 50 % bílkovin představuje zdánlivou bílkovinu nebilkovinného dusíku.

Dosažená sušina retentátu při ultrafiltraci UF1 byla 8,63 % a byla o 0,5 % nižší než sušina odstředěného mléka, v ultrafiltracích UF2 a UF3 bylo dosaženo u retentátů sušin 12,66 % a 12,94 %, což bylo více než sušina odtučněného mléka a než jsme očekávali. Syrovátky byly ultrafiltrací objemově zredukovány o 93 až 95 %. Nejpomaleji probíhala ultrafiltrace UF1 s kyselou syrovátkou z termotvarohu (50 l/h.m<sup>2</sup>) nejrychleji UF3 se syrovátkou po výrobě klasického tvarohu (75,6 l/h.m<sup>2</sup>). Zádrž pravých bílkovin byla nejvyšší - 97 % - u UF1 s termotvarohovou syrovátkou, výrazně horší zádrže - přibližně 70 % - byly u UF2 a UF3.

Byly stanoveny mikrobiologické parametry syrovátek vstupujících do ultrafiltrací a retentátů získaných ultrafiltrací (tabulka 9) jako doplňující informace pro případ nejasností v parametrech složení a bilancí. Mikrobiologické parametry permeátů nebyly stanovovány, protože permeáty jako

Tab. 9 Mikrobiologické parametry vstupních surovin a použité metody

Vzorek	CPM KTJ/ml	ENT KTJ/ml	Termorezist. aerobní KTJ/ml	Psychrotrofní KTJ/ml	Kvasinky KTJ/ml	Plísňe KTJ/ml
KS-tm	3,5 x 10 <sup>6</sup>	< 1	< 1	2,1 x 10 <sup>5</sup>	8,7 x 10 <sup>4</sup>	1,5 x 10 <sup>3</sup>
Retentát UF1	1,1 x 10 <sup>6</sup>	< 1	< 1 x 10 <sup>1</sup>	2,7 x 10 <sup>4</sup>	2,2 x 10 <sup>4</sup>	4
SS	1,6 x 10 <sup>4</sup>	1 x 10 <sup>2</sup>	< 4	8 x 10 <sup>3</sup>	1,5 x 10 <sup>2</sup>	< 1 x 10 <sup>1</sup>
Retentát UF2	9,5 x 10 <sup>5</sup>	1,6 x 10 <sup>2</sup>	7 x 10 <sup>2</sup>	1,2 x 10 <sup>5</sup>	2,1 x 10 <sup>3</sup>	< 1 x 10 <sup>1</sup>
KS-k	6,2 x 10 <sup>6</sup>	2,2 x 10 <sup>2</sup>	< 4	4,9 x 10 <sup>6</sup>	3,2 x 10 <sup>2</sup>	1,1 x 10 <sup>1</sup>
Retentát UF3	3,9 x 10 <sup>7</sup>	< 1	2 x 10 <sup>2</sup>	1,9 x 10 <sup>7</sup>	7,1 x 10 <sup>3</sup>	1,3 x 10 <sup>3</sup>
metodika	ČSN ISO 4833	ČSN ISO 4832	Inaktivace 85°C/10 min GTK 30 °C/72 hod	ČSN ISO 6730	ČSN ISO 6611	ČSN ISO 6611

CPM - celkový počet mikroorganismů, ENT = Enterobacteriaceae, KS-tm - kyselá syrovátka z termotvarohu, KS-k - kyselá klasická syrovátka, SS - sladká syrovátka

odpadní látky pokusů nejsou pro další využití pro laboratorní výroby jogurtů a tvarohů potřebné a jsou významné jen pro materiálové bilancování procesu ultrafiltrace.

Lze konstatovat, že mikrobiologické parametry především koncentrace CPM a psychrotrofních MO a kvasinek byly vysoké a pro normální mlékárenské výroby nepřijatelné. Byly připsány především na vrub dlouhému transportu a skladování nevychlazených syrovátek z mlékáren k pilotní ultrafiltraci a u retentátů koncentraci MO tímto procesem.

Dosažení cíle studie však negativně neovlivnily.

### Laboratorní výroba tvarohu a jogurtu

Byly uskutečněny celkem 4 pokusné laboratorní výroby tvarohů a 4 výroby jogurtů. Tři výroby tvarohu a tři výroby jogurtu ze směsi 90 % mléka a 10 % retentátů získaných z ultrafiltrací UF1, UF2, UF3 a jedna kontrolní výroba tvarohu a jedna kontrolní výroba jogurtu ze 100% mléka.

Parametry vstupních směsí mléka a retentátů byly vypočteny ze složení mléka a použitých retentátů s parametry výše uvedenými. Mléko mělo parametry ve výše uvedené tabulce 2. Parametry laboratorně vyrobených jogurtů a tvarohů a odkapaných syrovátek jsou uvedeny v tabulkách 10, 11, 12, 13, 14, 15 a 16.

Z předcházejících studií (Roubal, 2017), kdy byly ověřovány termostability směsí mléka a různého přídatku retentátu, bylo zjištěno, že je velmi důležitá hodnota pH směsi mléka s retentátem, která nesmí klesnout pod hodnotu 6,50, jinak hrozí při pasteračním záhřevu vyvločkování bílkovin. Složení retentátů je uvedeno v tabulkách 6, 7, 8, výsledky mikrobiologické analýzy jsou v tabulce 9.

### Laboratorní výroba jogurtů

Byly připraveny 4 směsi na výrobu jogurtů podle tab.10.

Tab. 10 Složení směsí k výrobě jogurtu

Vzorek	Obsah tuku (%)	Obsah bílkovin (%)	Obsah laktózy (%)	Obsah sušiny (%)
KON	1,57	5,75	9,30	16,92
JOG1	1,43	6,03	9,32	17,05
JOG2	1,49	6,28	9,03	17,09
JOG3	1,44	6,22	9,32	17,26

Poznámka: rozbor proveden na přístroji DairySpec FT - výsledek v hmotnostních %, standardizace na stejnou sušinu pomocí sušeného odtučněného mléka  
 JOG = 10 % retentátu v mléce, kde JOG1 - retentát z UF kyselé syrovátky z termotvarohu, JOG2 - retentát z UF sladké syrovátky, JOG3 - retentát z UF kyselé klasické syrovátky, KON = kontrola (100 % mléka)

### Senzorické hodnocení v průběhu skladování:

Jogurty byly v průběhu skladování hodnoceny senzory. Skladování probíhalo při 6 °C. Hodnotitelský panel tvořilo 10 hodnotitelů. Byla hodnocena vůně, vzhled a chuť. Jogurty byly hodnoceny 1, 14, 24 dní po výrobě, přičemž bylo sestaveno pořadí jednotlivých jogurtů 1 až 4, od nejlepšího k nejhoršímu, jak je uvedeno v tabulce 11.

JOG 2 byl se značným odstupem nejhorší, mezi ostatními byly malé rozdíly.

Tab. 11 Smyslové hodnocení jogurtů

Doba skladování	Pořadí			
	1.	2.	3.	4.
Po výrobě	JOG1, JOG3		KON	JOG2
14 dní	JOG1, JOG3		KON	JOG2
26 dní	JOG1	JOG3	KON	JOG2

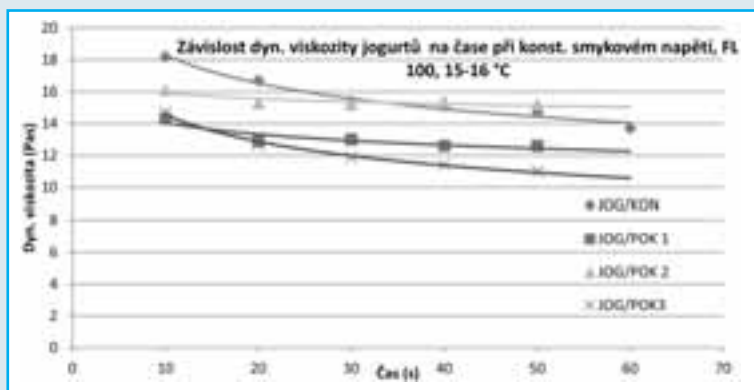
Byla stanovena kyselost pHmetrem, jak je uvedeno v tabulce 12, v téže tabulce je i hodnocení konzistence.

Tab. 12 Aktivní kyselost a konzistence jogurtů po výrobě

Vzorek	pH	konzistence
KON	4,40	Hladká mírně krupičkovitá
JOG1	4,44	Hladká velmi mírně krupičkovitá
JOG2	4,38	Hladká velmi mírně zrnitá
JOG3	4,38	hladká

Konzistence byla také hodnocena měřením dynamické viskozity pomocí viskozimetru HAAKE VT s senzorem FL 100 (systém 19), při 15 - 16 °C a rychlosti 1, jak je graficky znázorněno na obr. 1.

Obr. 1 Dynamická viskozita jogurtů při konstantním smykovém napětí



Pro orientaci byly v jogurtech stanoveny počty jogurtových bakterií, a to po výrobě, na konci skladovací doby a po 24 dnech (tabulka 13).

Tab. 13 Celkový počet jogurtových bakterií po výrobě a na konci doby trvanlivosti

Vzorek	Suma jogurtových bakterií* (KTJ/g)	
	po výrobě	na konci doby trvanlivosti 24 dní
JOG-KON	4,8 x 10 <sup>8</sup>	3,9 x 10 <sup>8</sup>
JOG-1	6,5 x 10 <sup>8</sup>	5,1 x 10 <sup>8</sup>
JOG-2	4,0 x 10 <sup>8</sup>	3,9 x 10 <sup>8</sup>
JOG-3	6,0 x 10 <sup>8</sup>	3,9 x 10 <sup>8</sup>

\* Rozbory provedeny dle ČSN ISO 7889.

Počty jogurtových bakterií po výrobě i po skončení doby trvanlivosti byly v koncentraci 10 x 10<sup>8</sup> což je významně nad normou požadovaný limit, navíc počet v průběhu doby skladování, trvanlivosti neklesal.

### Hodnocení jogurtů:

- Byla potvrzena možnost 10% náhrady mléka UF retentátem z kyselé syrovátky z výroby termotvarohu, z klasické výroby tvarohu a ze sladké syrovátky.

- Při použití kyselého retentátu z ultrafiltrace bylo nutné upravit nízké pH směsí roztokem solí citrátu a fosfátu, aby se zabránilo vysrážení při pasteračním ohřevu.
- Náhrada mléka retentátem z ultrafiltrace neměla negativní vliv na chuť ani konzistenci jogurtu.
- Přídavky kyselého retentátu z ultrafiltrací kyselé syrovátky neovlivnily denzitu jogurtových bakterií. Vyrobené jogurty splňovaly i na konci expirace minimální denzitu jogurtových bakterií  $1 \times 10^7$  KTJ/g. (Vyhláška č. 124/2004).
- Jogurty obsahovaly 5,6 % bílkovin a splňovaly tak podle vyhlášky kategorii výrobku jogurt řeckého typu. Konzistence byla hustá, hladká až mírně krupičkovitá, při použití homogenizace (směsí před zakysáním nebo jogurtu při čerpání) by byla ještě jemnější.
- Nejvyšší počáteční viskozitu měl vzorek jogurtu JOG-KON (v legendě označen JOG/KON, obdobně i ostatní), následován JOG-2, nejnižší byly u vzorků JOG-3 a JOG-1. Mechanickému namáhání ve formě smykového namáhání po dobu 1 minuty za popsáných podmínek nejlépe odolával jogurt JOG-2, následovaný JOG-KON, JOG-1, nejméně odolný byl JOG-3.
- Senzorické hodnocení 10 hodnotitelů po 14 a 26 dnech při +6 °C skladování ukázalo, že jogurty byly chuťově beze změny, měly hladkou konzistenci a nedocházelo k uvolnění syrovátky.

### Laboratorní výroba termotvarohu

Byly připraveny 4 směsi podle tabulky 14.

**Tab. 14** Složení směsí k výrobě tvarohů

vzorek	sušina (%)	bílkoviny celk. (%)	tuk (%)	laktóza (%)
TV-KON	10,68	3,38	1,60	5,08
TV-1	10,98	3,74	1,46	5,20
TV-2	10,89	3,92	1,54	4,82
TV-3	11,08	3,88	1,48	5,12

Pozn.: Analýza pomocí DairySpec FT (Bentley Instruments, USA), u TV1 a TV3 je včetně sušiny přidaného 20% roztoku citrát-fosfát k úpravě pH

Z těchto směsí byly připraveny laboratorně 4 druhy tvarohů, jejichž finální složení je v tabulce 15. Odkapáním tvarohoviny byly získány syrovátky o složení uvedeném v tabulce 16.

**Tab. 15** Fyzikálně chemické parametry termotvarohů

Vzorek	Obsah bílkovin (%)	Obsah sušiny (%)
TV-KON	11,73	22,87
TV-1	11,80	22,49
TV-2	12,83	23,54
TV-3	11,68	22,26

Z uvedených hodnot byly vypočteny bilanční parametry v sušिनových jednotkách tabulka 17.

### Zhodnocení sušिनové bilance a výtěžnosti:

Vyšší sušिनové jednotky u tvarohů TV-1 a TV-3 jsou důsledkem nutné stabilizace směsí pomocí 20% roztoku

**Tab. 16** Fyzikálně chemické parametry odkapaných syrovátek z výroby termotvarohů

Vzorek	Obsah bílkovin (%)	Obsah sušiny (%)
SYR-KON	0,57	6,56
SYR-1	0,66	6,76
SYR-2	0,73	6,48
SYR-3	0,68	6,77

TV-1 - tvaroh s retentátem z UF kyselé syrovátky z termotvarohu, TV-2 - tvaroh s retentátem z UF sladké syrovátky, TV-3 - tvaroh s retentátem z UF kyselé klasické syrovátky, TV-KON = tvaroh kontrolní ze 100 % mléka  
Stanovení sušiny a celkových bílkovin provedeno podle ČSN ISO 6731 a SOP1 (ČSN 57 0530) klasickými metodami.

**Tab. 17** Bilanční zhodnocení výroby termotvarohu (množství suroviny na vstupu 1500 g)

Vzorek	vstup (sušिनové jednotky*)	výstup - tvaroh (sušिनové jednotky*)	výstup - syrovátka (sušिनové jednotky*)
TV-KON	16.020	9.617	6.190
TV-1	16.470	9.635	6.756
TV-2	16.335	9.343	6.477
TV-3	16.620	9.612	6.391

\* (hmotnost x sušina)

TV = 10 % retentátu v mléce, kde TV1 - retentát z UF kyselé syrovátky z termotvarohu, TV2 - retentát z UF sladké syrovátky, TV3 - retentát z UF kyselé klasické syrovátky, KON = kontrola (100 % mléka)

citrát : fosfát 1:1 vzhledem k nízkému pH vstupní směsí. Výtěžnosti tvarohu ve všech pokusech byly velmi podobné výtěžnosti v kontrolní výrobě. Vyšší sušiny syrovátek a tím vyšší ztráty jsou z toho důvodu, že na konci technologického zpracování nebyla k dispozici odstředivka na odstředění koagulátu, v níž by se zachytily nejjemnější podíly sraženiny. Lze předpokládat, že ztráty za provozních podmínek z uvedeného důvodu budou nižší.

### Senzorické hodnocení laboratorních výrob termotvarohu po výrobě, 14 a 26 dnech skladování:

Laboratorně vyrobené vyrobené pokusné a kontrolní termotvarohy byly podrobeny senzorickým testům. U hodnotících nebyl žádný vzorek jednoznačně nejlepší nebo nejhorší. V tabulce 18 je průměrné celkové hodnocení od 10 hodnotitelů. K uvolňování syrovátky nedocházelo u žádného ze vzorků. Konzistenčně a chuťově byly vzorky od výroby beze změn a nedocházelo k uvolňování syrovátky ani k tvorbě hořké chuti.

U tvarohů byly měřeny viskozity pomocí viskozimetru HAAKE VT, senzor PK 1°, systém 28, bez temperace, teplota 15-16 °C, rychlost 4, a graficky znázorněny na obr. 2.

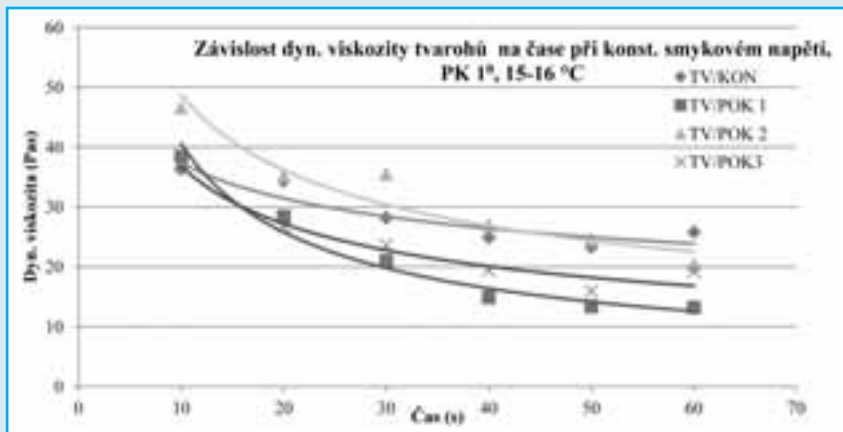
Nejvyšší počáteční viskozitu měl vzorek tvarohu TV-2 (v legendě označen TV/POK 2, obdobně i ostatní), následován TV-1, nejnižší byly u vzorků TV-KON a TV-3. Mechanickému namáhání ve formě smykového namáhání po dobu 1 minuty za popsáných podmínek nejlépe odolával tvaroh TV-KON následovaný TV-2, TV-3, nejméně odolný byl TV-1.

Byl také proveden pokus s odkapem 20 g vzorku na sítku, za pokojové teploty po dobu 104 h. Největší odkap (měřeno vážením) byl u TV-KON (0,75 g), dále u TV-3 (0,51 g), žádný odkap nebyl u TV-1 a TV-2.

Tab. 18 Smyslové hodnocení tvarohů

Doba skladování	Pořadí			
	1.	2.	3.	4.
Po výrobě	KON	TV1	TV2	TV3
14 dní	KON	TV1	TV2	TV3
26 dní	TV1	TV2	KON	TV3

Obr. 2 Dynamická viskozita tvarohů při konstantním smykovém napětí



## Diskuse

### Laboratorní výroba tvarohu:

- Je možná náhrada mléka kyselým retentátem v množství 10 % za předpokladu, že pH výsledné směsi (mléko plus retentát) neklesne pod pH 6,5.
- Byly odzkoušeny kyselé retentáty o nízkém pH a vyšší sušině (pH 3,74 / 4,50, sušina 8,63 / 12,94 %) získané UF na pilotním zařízení VÚM. Při pokusných výroбах bylo třeba směsi před pasterací stabilizovat upravením pH na 6,5 pomocí 20% roztoku citrát:fosfát 1:1.
- Nebyly zjištěny žádné nežádoucí chuťové ani konzistenční odchylky, a to ani při vyšší mikrobiologické denzitě syrovátky k UF, respektivě získaného retentátu.
- Ve srovnání s kontrolou nebyla negativně ovlivněna sušinová bilance výrob.
- Je třeba dodržet minimální pasterační teplotu 85 - 95 °C s výdrží cca 3 min, aby byly v koagulátu zachyceny všechny syrovátkové bílkoviny.
- Pokusy se opakovaně potvrdilo, že přídavek 10 % kyselého retentátu neovlivňuje chuťové vlastnosti, tvarohy mají jemnější konzistenci a nedochází k uvolňování syrovátky oproti kontrole. Potvrdily se tak stabilizační a emulgační vlastnosti syrovátkových bílkovin.
- Významný je i zdravotní benefit zvýšeným obsahem esenciálních aminokyselin.
- Zanedbatelný není ani ekonomický přínos - při výrobě z 3000 l směsi je úspora za odstředěné mléko v průměru až 1900,- Kč, je však třeba kalkulovat s provozními náklady použitého filtračního zařízení.

### Laboratorní výroba jogurtu:

- Byla potvrzena možnost 10% náhrady mléka UF retentátem z kyselé syrovátky z výroby termotvarohu, z klasické výroby tvarohu a ze sladké syrovátky.

• Při použití kyselého retentátu z ultrafiltrace bylo nutné upravit nízké pH směsi roztokem solí citrátu a:fosfátu, aby se zabránilo vysrážení při pasteračním ohřevu.

• Náhrada mléka retentátem z ultrafiltrace neměla negativní vliv na chuť ani konzistenci jogurtu. V případě vysokých počtů mikroorganismů v retentátu z důvodu vysoké denzity již v syrovátce však hrozí výskyt vad - kvasničné a nahořklé chuti.

• Přidávky kyselého retentátu z ultrafiltrací kyselé syrovátky neovlivnily denzitu jogurtových bakterií. Vyrobene jogurty splňovaly i na konci expirace minimální denzitu jogurtových bakterií  $1.10^7$  KTJ/g. (Vyhláška č. 124/2004)

• Jogurty obsahovaly minimální požadovaný objem 5,6 % bílkovin a splňovaly tak podle vyhlášky kategorii výrobku jogurt řeckého typu. Konzistence byla hustá, hladká až mírně krupičkovitá, při použití homogenizace (směsi před zakysáním nebo jogurtu při čerpání) by byla ještě jemnější.

## Závěr

- Ultrafiltrací různých typů syrovátek (kyselé klasické, kyselé z termotvarohu a sladké) byly získány retentáty o sušině až 12 % použitelné s cílem pro náhradu 10 % mléka pro výrobu termotvarohu nebo jogurtu. Ultrafiltrací by bylo možné získat retentáty o sušině až 18 %.
- Laboratorní pokusy výroby termotvarohů a jogurtů ze směsi 90 % mléka a 10 % retentátů poskytly produkty srovnatelné kvality a trvanlivosti a s lepší vazností syrovátky a jemnější chutí než laboratorně vyrobený kontrolní termotvaroh a jogurt.
- Pokusné jogurty a termotvarohy jsou z důvodu zvýšeného obsahu syrovátkových bílkovin nutričně hodnotnější.
- Jogurty splnily požadavek legislativy pro jogurty tzv. řeckého typu (vyhláška č. 397), neboť jejich obsah bílkovin byl vyšší než limit 5,6 %.
- Laboratorní výroby jogurtů a termotvarohů jednoznačně vykazují možnost úspory 10 % mléka. Celkový efekt je pak dán rozdílem této úspory a nákladů na výrobu 10 % retentátu, který mléko nahrazuje. Lze předpokládat, že celkový efekt je kladný.
- U jogurtů je kladný efekt průkaznější než u tvarohů, kde záleží na celkovém zachycení syrovátkových bílkovin z retentátu termotvarohu. Tyto parametry budou ověřeny provozními pokusy.

### Poděkování:

Tato práce vznikla jako součást projektu KUSmem QJ1510341 s finanční podporou MZe ČR.

**Seznam literatury**

- Belhamidi S., Larif M., Quabli H., Elghizel S., Jalte H., Chouni S., Elmidaoui A.: Study the performance of the organic membrane ultrafiltration on whey treatment., IJEAS, Volume 2, Issue 9, 2015.  
 ČSN ISO 4832, 4833, 6611, 6730, 7889 (normy pro mikrobiologii).  
 Nielsen P. S.: Membrane Filtration for Whey Protein Concentrate, Marketing bulletin APV Pasilac AS, 1988.  
 Palatý Z. a kol.: Membránové procesy, VŠCHT v Praze, 2012.  
 Roubal P., Binder M., Drbohlav J., Pechačová M.: Technická zpráva projektu KUSmem, ev.č. QJ 1510341, dílčí cíl 3, 12/2017, VÚM s.r.o.  
 Vyhláška č. 397/2016 Sbírky zákonů  
 Vyhláška č. 124/2004 Sbírky zákonů

**Kontaktní adresa:**

Ing. Michael Binder, VÚM s.r.o., Ke Dvoru 12a,  
 160 00 Praha 6, tel. 00420 235 354 551,  
 mobil: 734 644 321, e-mail: binder@milcom-as.cz

*Přijato do tisku: 22.5.2018*

*Lektorováno: 9.6.2018*

## VYUŽITÍ RUTINNÍHO STANOVENÍ MASTNÝCH KYSELIN PŘI ODHADU HERITABILITY

**Eva Samková<sup>1</sup>, Robert Kala<sup>1</sup>, Lucie Hasoňová<sup>1</sup>,  
 Lenka Pecová<sup>1</sup>, Oto Hanuš<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích,  
 Zemědělská fakulta, Studentská 1668,  
 370 05 České Budějovice

<sup>2</sup> Výzkumný ústav mlékárenský, s.r.o., Ke Dvoru 12a,  
 160 00 Praha 6

### Use of routine determination of fatty acids for heritability estimates

**Abstrakt**

Obsah mléčného tuku a jeho vlastnosti podmíněné zastoupením mastných kyselin (MK) jsou důležitým ukazatelem kvality mléka i mléčných výrobků. Pro žádoucí intervenci do složení mléčného tuku a zvýšení zdravotně prospěšných MK je nejdůležitější výživa dojníc. S rozvojem mlékařských analytických metod (infračervená spektroskopie) byl však umožněn i efektivnější výzkum genetických parametrů profilu MK mléčného tuku. Korelace pro výsledky MK mezi referenční a rutinní metodou jsou akceptovatelné pro řadu důležitých MK a jejich skupin s výpovědí k předpokládaným humánním zdravotním benefitům. Na tomto základě, další studium populační genetiky na uvedeném vědeckém a odborném poli přineslo sice variabilní, nicméně často přijatelné hodnoty genetických parametrů použitelných pro selekci a šlechtění dojeného skotu ke zlepšení profilu MK. To otevírá cestu k úvahám o zlepšení přístupu k možnosti produkce specifických mléčných potravin s ambicemi funkčních potravin.

**Klíčová slova:** dojnice, mléko, mastné kyseliny, heritabilita, infračervená spektroskopie

**Abstract**

The milk fat content and its properties under fatty acid (FA) profile impact are an important indicator of the quality of milk and following dairy products. For the desired intervention into the profile of FAs and the increase of their health-promoting forms the nutrition of dairy cows is the most important factor. However, with the development of dairy analytical methods (infrared spectroscopy) more efficient research about the genetic parameters of the FA profile of milk fat has been made possible. Correlations for FA results between the reference and indirect methods are acceptable for many important FAs and their groups with testimony to the expected human health benefits. On this basis, the further study of population genetics in this scientific and professional field brought variable yet often acceptable values of genetic parameters useful for the selection and breeding of milked cattle to improve the FA profile. This opens the way to thinking about improving access to the possibility of producing specific dairy foods with the ambitions of functional foods.

**Keywords:** dairy cows, milk, fatty acids, heritability, infrared spectroscopy

**Úvod**

Obsah mléčného tuku a jeho vlastnosti podmíněné zastoupením mastných kyselin (MK) jsou důležitým ukazatelem kvality mléka i mléčných výrobků. S uvedením souvisí i neméně významné ekonomické hledisko, neboť obsah tuku je pro výrobce mléka důležitým kritériem zhodnocení mléka. Rovněž pro zpracovatele mléka je tuk vedle bílkoviny hlavní složkou, jež ovlivňuje rentabilitu výroby. Aromatické látky navázané na tuk jsou určující z hlediska chuti, a tedy tuk významně přispívá k celkovému dojmu z daného mléčného produktu a může být rozhodující ve výběru konkrétních výrobků spotřebiteli.

Kromě složek příznivých a žádoucích, jsou často diskutovány i méně příznivé látky jako jsou například nasycené MK (SFA). V nazírání na poslední zmíněné hledisko dochází podobně jako u ostatních, řekněme poněkud kontroverznějších témat, k neustálému vývoji. I přesto, že byl za poslední období zdravotní aspekt MK značně přehodnocen (*German et al., 2009*), vysoké množství publikací na téma zdravotních benefitů a možností modifikace profilu MK mléčného tuku ve prospěch žádoucích MK a jejich skupin (nenasycené MK (UFA), zejména polynenasycené MK (PUFA) řady n-3) naznačuje, že téma zůstává stále aktuálním a neuzavřeným (*Barlowska et al., 2011* aj.).

Donedávna bylo stanovení MK možné pouze s použitím referenční metody (GC, plynová chromatografie), která je však ekonomicky i časově vysoce náročná (např. *Hanuš et al., 2015*). S tím byla pochopitelně spojena i obtížnost při provádění plošných, resp. populačních analýz. Uvedený