

INFORMACE ZE SVĚTOVÉHO IDF CHEESE SCIENCE & TECHNOLOGY SYMPOSIUM 2024

Jiří Kopáček¹, Šárka Horáčková²

¹ Českomoravský svaz mlékařenský z.s.

² Ústav mléka, tuků a kosmetiky, Vysoká škola chemicko-technologická



Počátkem června 2024 uspořádala Mezinárodní mlékařská federace (IDF) v norském Bergenu IX. vědecké sympozium o technologii sýrů, kterého se zúčastnilo téměř 200 účastníků z celého světa. Českou republiku zastupovali Ing. Kopáček z ČMSM, doc. Plocková, doc. Horáčková a dr. Macůrková z Ústavu mléka, tuků a kosmetiky VŠCHT Praha. Norský komitét IDF ve spolupráci s několika univerzitami a hlavním zpracovatelem mléka v Norsku, společností TINE SA, připravily velmi bohatý konferenční odborný program, který zahrnoval devět odborných sekcí. V jednotlivých sekcích pak se svými příspěvky vystoupili zástupci akademické sféry i mlékařské, resp. sýrařské praxe.

Sympozium zahajovali společně Pierchristiano Brazzale, prezident IDF, Ida Berg Hauge, předsedkyně organizačního výboru a současně Norského komitétu IDF a generální ředitelka Norské mlékařské rady (Norwegian Dairy Council) a prof. Siv Skeie z Fakulty chemie, biotechnologie a potravinářských věd z Norské univerzity přírodních věd (Norwegian University of Life Science).

1. sekce: Udržitelná výroba sýrů

Tento úvodní blok moderoval světově uznávaný prof. Paul McSweeney z univerzity v irském Corku (School of Food and Nutritional Sciences, University College Cork).

O úvodní vystoupení se postaral prof. Julien Chamberland z Université Laval v Kanadě, který se zaměřil na téma **využití vedlejších produktů z výroby sýrů a problematiku snižování dopadů sýrařských závodů na životní prostředí**. Jedním z hlavních sýrařských témat je beze-

sporu zhodnocení syrovátky. Vzhledem k tomu, že sýr představuje pouze malý objemový podíl původní mléčné suroviny, musí být většina dopadů na životní prostředí připisována právě vedlejším produktům. Stále však neexistuje univerzální řešení, které by určilo, který způsob recyklace by měl být upřednostněn, aby se dopady na životní prostředí minimalizovaly (a maximalizovala ziskovost) v závislosti na geografické poloze závodu, objemu nebo složení generovaných vedlejších produktů. Přednášející následně představil přístup vyvinutý v Kanadě pro provincii Quebec (východní část Kanady) s cílem určit neoptimálnější scénáře zhodnocení syrovátky na příkladu několika výrobních závodů.

Další přednášející Piercristiano Brazzale představil sofistikovaný program udržitelné mlékařské výroby, který je v současnosti uplatňován celosvětově ve společnosti Brazzale S.p.a. Představil např. jejich projekt eliminující uhlíkovou stopu z výroby vysazováním eukalyptových hájů, které oxid uhličitý pohlcují.

S velmi zajímavým tématem vystoupil Manon Perrignon z francouzské společnosti Agrocampus Ouest a jednalo se o **optimalizaci ekonomické výhodnosti průmyslové výroby sýra prostřednictvím statistické analýzy**. Proces výroby sýrů, jakkoliv je standardizován, naráží na variabilitu řady proměnných, které ovlivňují výkonnostní ukazatele, tj. reprodukovatelnost kvality výrobků a hospodářský výsledek. Pro zlepšení ukazatelů výkonnosti je proto nezbytné se podrobně zaměřit na všechny tyto faktory. I když máme k dispozici mnoho dat o výrobním procesu, zůstává jejich využití do značné míry nevyužito. Integrace umělé inteligence, zejména tzv. strojového učení (*machine learning* = ML), nabízí zcela nové perspektivy prostřednictvím

přístupu založeného na datech a vícecílové optimalizaci (MOO). V této studii byla MOO použita ke zvýšení celkové výkonnosti sýrařského závodu. Stručně řečeno, použití MOO s ML k maximalizaci celkového výkonu představuje pro mlékařský průmysl významný průlom.

Prateek Sharma z organizace USU v USA hovořil o **zlepšení udržitelnosti operací při výrobě sýrů**. Způsob zpracování mléka ovlivňuje výslednou strukturu mléčných výrobků, což má dopad na reologii a konečné vlastnosti potravních materiálů. Pochopení základního vztahu mezi procesem, strukturou a konečnými vlastnostmi může být slibným způsobem řešení problémů výzkumu a vývoje v mlékařském průmyslu i v akademické sféře.

2. sekce: Zákysové a doplňkové kultury (včetně protektivních)

S úvodní přednáškou v této sekci na **téma nových pohledů na startovací kultury** pro sýry Gouda předstoupil prof. Luc De Vuyst z Vrije Universiteit v Bruselu.

Startovací kultury pro výrobu sýrů se používají již řadu let. Přestože umožnily standardnost výroby sýrů, musí vždy fungovat ve složité matici s ohledem na zastoupenou mikroflóru a dynamiku metabolismu v průběhu fermentace a zrání sýrů. Zákysové kultury používané při výrobě sýrů Gouda jsou složeny ze směsi kmenů rodů *Lactococcus* a *Leuconostoc*. Průmyslová výroba Goudy stále čelí řadě nových výzev. Mohlo by být tudíž užitečné lépe monitorovat diverzitu přidávaných kmenů. Bylo prokázáno, že relativní četnost *Leuc. pseudomesenteroides* se významně lišila pro každou testovanou směs startovacích kultur pro sýry Gouda. Navíc bylo zjištěno, že role rodu *Leuconostoc* při tvorbě máslého aroma je zanedbatelná ve srovnání s druhem *Lc. lactis* biovar *diacetylactis*. Rod *Leuconostoc* kontroloval hladinu nezákysových bakterií mléčného kvašení (NSLAB), které mají v době výroby a zrání sýrů různé funkce a které musí konkurovat typickým rodům NSLAB jako je *Lacticaseibacillus paracasei*, ale i méně typickým NSLAB, např. kmenům *Loigolactobacillus rennini* a *Tetragenococcus halophilus*. Tyto NSLAB vykazovaly dočasný výskyt a počet obou zmíněných kmenů se s dobou zrání zvyšoval od středu k povrchu sýra. Kmeny těchto NSLAB mohou produkovat biogenní aminy způsobující technologické vady, jako jsou například netypické praskliny. To je zapříčiněno produkcí kyseliny γ -aminomáselné kmenem *L. rennini*.

Hans Brandsma z nizozemské společnosti DSM se ve svém vystoupení zabýval **urychlením vývoje sýrové chuti**. Na vývoji chuti má zásadní význam rod *Lactococcus*. Lepší pochopení omezujících faktorů podmiňujících výslednou chuť může napomoci nalezení nových způsobů vedoucích k urychlení vývoje chuti v průběhu zrání. Jednotlivé dílčí chutě jsou vlastně produkty metabolismu aminokyselin, kdy je prvním krokem přenos aminové skupiny z aminokyselin na α -ketokyselinu (transaminace), které se následně přeměňují na těkavé aromatické sloučeniny. Za podmínek zrání sýra se předpokládá, že rychlost transaminace je omezena dostupností α -ketoglutarátu, který je považován za preferovaný akceptor amoniaku pro transaminázy. Dosud se studie zaměřovaly hlavně na selekci nebo vývoj kmenů z rodu *Lactococcus* s aktivitou glutamátdehydrogenázy za účelem tvorby α -ketoglutarátu. Odborníci z DSM studovali u kmene *Lactococcus lactis* transaminaci leucinu a produkci těkavých sloučenin typických pro sýrovou chuť (3-methylbutanal). Pokud byla u tohoto kmene zvýšena aktivita glutamátdehydrogenázy, pak již nebyl produkován 3-methylbutanal. Bylo současně zjištěno, že uvedený kmen používal alternativní akceptor amoniaku, který lépe stimuloval transaminaci leucinu na kyselinu α -ketoisokapronovou a podporoval produkci 3-methylbutanalu. Zjištění poskytuje pohled na to, jak lze urychlit tvorbu chuti v průběhu výroby a zrání Goudy s pomocí kmenů z rodu *Lactococcus*.

Flavio Tidona z italské společnosti Crea hovořil o **aplikaci protektivních kultur na ovlivnění výsledné kvality měkkých sýrů** Crescenza a Mozzarella. Tyto

sýry se mohou rychleji kazit vzhledem k tomu, že jsou to sýry měkké (vysoký obsah vody) a nezrající. Ve výzkumné práci byly testovány protektivní kultury *Lactococcus lactis*. Při výrobě sýra Crescenza byla do mléka zaočkována směs koliformních bakterií produkujících plyn a leukonostoků a sledováno duření sýra. Použité protektivní kultury při skladování potlačovaly růst koliformních bakterií. V sýru Mozzarella byl cílovým kontaminantem rod *Pseudomonas*, který byl schopen produkovat modré pigmenty. V tomto případě byly protektivní kultury naočkovány do solné lázně. Z dvou testovaných kmenů byl jeden neúčinný, zatímco druhý významně redukoval proliferaci rodu *Pseudomonas* a omezoval defekty zbarvení sýrů během 30 dnů skladování. Sýry byly po aplikaci tohoto kmene měkké, ale bez ovlivnění výsledné chuti.

Anna Rossi z Itálie řešila **použití protektivní kultury** *Lacticaseibacillus casei* k prevenci vad projevujících se v duření polotvrdých sýrů. Tato kultura se ukázala jako vhodná k zamezení duření sýrů souvisejících s kontaminací rodem *Clostridium*. Při zkouškách se vycházelo z mléčné suroviny silně kontaminované klostridii. Kontrolní sýry bez použití protektivní kultury zduřely, zatímco u sýrů s protektivní kulturou *Lacticaseibacillus casei* se tato vada neprojevila.

3. sekce: Mikrobiota sýrů

Ředitelka výzkumu ústavu INRAE ve Francii Dr. Céline Delbes se zaměřila ve svém vystoupení na **mikrobiální ekologický pohled na výrobu a zrání sýrů**. Tradičně vyráběné sýry obsahují komplexní mikroflóru tvořenou cíleně přidanými zákysovými a doplňkovými kulturami a původní mikrobiotou. Jejich vývoj a působení v době výroby a zrání má značný vliv na výslednou kvalitu a zdravotní nezávadnost. Pokud se jedná o sýry s CHOP a CHZO, resp. zejména o sýry vyrobené ze syrového mléka, přispívá přirozeně se vyskytující (přítomná v mléce či v prostředí výroby) mikrobiota k typičnosti daného sýra. Rovnováha mezi cíleně přidanými kulturami a přirozenou mikroflórou může představovat velký problém u sýrů typu „terroir“ (Poznámka: „terroir je takový souhrnný vliv zejména přírodních podmínek konkrétního místa na zde vyráběné sýry, že vzniká jedinečný a nezaměnitelný zemědělský produkt. Jde svým způsobem o duch daného místa.) Nově vyvinuté vysoce výkonné omické přístupy umožnily nové způsoby charakterizace rozmanitosti zastoupené celkové mikroflóry.

Řecký vědec Konstantinos Papadimitriou z ústavu AUA se věnoval **studiu tradičních řemeslných bílých solených sýrů vyráběných v Řecku a na Kypru** (Feta a Sfela) pomocí multiomického přístupu. K analýze mikrobiomu využíval sekvenování ampikonu 16S rDNA a metagenomiku. Ve svém výzkumu našel ve velkém množství bakterie mléčného kvašení (LAB), zejména rod *Lactococcus*, jakož i zástupce rodů *Streptococcus*, *Enterococcus* či druhy fakultativně heterofermentativních

laktobacilů. Kromě toho byly během analýz v některých vzorcích nalezeny i některé nežádoucí mikroorganismy, např. *Streptococcus parauberis*, *Streptococcus suis*, *Enterobacter cloacae*, *Pseudomonas putida*, *Klebsiella oxytoca*, *Morganella morganii*, *Enterococcus casseliflavus* a *Staphylococcus quorum*. Genomické a metagenomické metody jsou velmi důležitými a progresivními nástroji pro zkoumání celkové mikrobioty sýrů. Očekává se, že další nové nástroje a metody sekvenování nové generace NSG (z angl. Next Generation Sequencing) přinesou další revoluci v této oblasti i pro aplikace na testování přítomnosti nežádoucích mikroorganismů z hlediska kažení sýrů a jejich bezpečnosti.

Amandine Martin z francouzské Université Lorraine se ve svém výzkumu zabývala povrchovou **barevnou heterogenitou u francouzských sýrů s mazem na povrchu**, většinou ze seznamu sýrů s chráněným označením původu. Vzhled povrchu sýra je velmi důležitým faktorem při výběru spotřebitelem. Barva kůry sýrů zrajících pod mazem je obvykle vlivem činnosti mikroorganismů červenooranžová. Ve své studii zkoumala po dobu až dvou měsíců vývoj vzhledu u třiceti tří sýrů z různých farem a společností pomocí tzv. prostorové analýzy obrazu. Barva každého pixelu na sledovaných sýrech byla analyzována v barevném prostoru CIELAB. Statistická analýza odhalila značnou variabilitu mezi sýry od různých výrobců, mezi sýry ze stejné šarže, ale i mezi částmi povrchu každého jednotlivého sýra. Bylo prokázáno, že tyto rozdíly souvisely se strukturou zastoupeného společenstva mikroorganismů, což naznačuje, že změny v této mikrobiální struktuře by mohly vést k heterogenitě barvy kůry.

4. sekce: Vliv mikrobiologické a chemické kvality mléka na kvalitu sýrů

V úvodní přednášce této sekce připomněl doc. Davide Porcellato z Norské univerzity přírodních věd, že mléko je ideální pro mikrobiální růst a může být mikrobiologicky kontaminováno v celém hodnotovém řetězci od farem, např. patogeny mastitidy, rekontaminací dojícího zařízení apod., až po rekontaminaci při zpracování sýrů. To tedy představuje nepřetržitou a mnohostrannou výzvu pro mlékárenský průmysl kvůli rozdílům v mikrobiologické kvalitě mléka používaného pro výrobu sýrů. Komplexní mikroflóra obsahuje několik taxonů, které negativně nebo pozitivně ovlivňují výslednou kvalitu sýra díky jejich metabolismu probíhajícímu při skladování a zpracování mléka na sýry, což může degradovat mléčné složky ovlivňující parametry výroby, jako je koagulace a výtěžnost sýra apod. Ve svém vystoupení uvedl příklady, jak mohou některé taxony zhoršující kvalitu ohrozit výrobu vysoce kvalitních sýrů a popsal technologická řešení, jak tomu čelit.

Prof. Diarmuid Sheehan z University College Cork se věnoval v druhé části této sekce **posouzení vlivu chemických a fyzikálně chemických složek mléka na kvalitu sýra**.

Sýr je trojrozměrná proteinová matrice složená z kaseinových micel, které se spojují a vytvářejí řetězce propojené pevnými vazbami vytvářejícími hustou matici, ve které jsou rozptýleny tukové kuličky, volný tuk, rozpustné a kaseinem vázané minerální látky, jako je vápník, voda a chlorid sodný. S výjimkou zákysových kultur, syřidla a chloridu sodného, případně chloridu vápenatého a barviv jsou všechny ostatní složky sýrů odvozeny z mléka. Změny chemického složení mléka tedy významně ovlivňují složení a tím i zrání a kvalitu sýrů. Změny složení mléka jsou dány sezónností mléčných dodávek, fázi laktace, zdravotním stavem zvířat a jejich výživou, ale v poslední době vzrůstá zájem i o další faktory. Patří mezi ně zvýšená intenzita programů šlechtění dojníc zaměřených na zvýšení obsahu mléčného tuku a bílkovin, změny v genetických profilech v populacích stáda včetně produkce mléka s různým genotypem β -kaseinu, dopad opatření zaměřených na zmírnění klimatických změn a problémy životního prostředí, dopady změny klimatu, resp. výskyt atypického počasí a zaměření na produkty získané z pastvin.

V konečném důsledku je kvalita mléka pro výrobu sýra ovlivněna změnami jeho proteinových, tukových a minerálních frakcí. V případě proteinu to zahrnuje koncentrace kaseinu, κ -kaseinu, β -kaseinu a také faktory, jako je velikost kaseinových micel a hladiny glykosylace κ -kaseinu. V případě minerálních látek jsou důležité změny celkových koncentrací jednotlivých minerálních látek nebo koncentrací přítomných v sérové fázi mléka, zatímco u tuku ovlivňují sýry z něj vyrobené jak velikost tukových kuliček, tak i profil mastných kyselin mléka.

Jeho přednášku doplnil švýcarský biolog Remo Schmidt, který popisoval **vliv kvality mléka na výrobu sýrů ze syrového mléka**. Švýcarský výzkumný ústav Agroscope nedávno studoval vliv moderních postupů dojení na kvalitu syrového mléka používaného pro výrobu sýrů švýcarského typu. Předmětem výzkumu bylo prodloužení úchovy mléka před zpracováním z 24 na 29 hodin ve srovnání tradičních dojíren s automatickými dojícími systémy (AMS). Mléko z AMS nevykazovalo žádné rozdíly v klasických mikrobiologických analýzách. Švýcarští sýraři však aplikují soubor osvědčených praktických testů, u kterých zaznamenali mírně zvýšenou mikrobiologickou aktivitu, která se projevila i ve výsledné kvalitě sýra. Tyto rozdíly zahrnovaly nižší proteolýzu, odlišnou fermentaci kyseliny mléčné, silnější fermentaci kyseliny propionové a slabé rozdíly v senzorickém hodnocení. Zatímco některé rozdíly byly skutečně významné, rozdíly mezi mléčnými výrobky byly mnohem větší než celkové rozdíly mezi systémy dojení.

5. sekce: Sýry z kozího a ovčího mléka

Kyperský expert doc. Papademas Photis se ve své rešeršní přednášce věnoval obsírně **výrobě sýrů z nebovinných mlék** a jejich specifikám ve srovnání se sýry z mléka kravského. Ve svém vystoupení popsal jednot-

livé geografické oblasti, pro které je výroba nebovinných sýrů typická. Jedná se zejména o Středozeví, Balkán, Střední východ, ale také země Latinské Ameriky, Afriky a částečně i země střední a severní Evropy. Většina těchto sýrů se stále vyrábí spíše manuálním způsobem nebo jsou předmětem tzv. farenního zpracování mléka. Rozdíly mezi ovčím a kozím mlékem ve srovnání s kravským mlékem, pokud jde o jejich chemické složení, mimo jiné ovlivňují technologické zpracování a jsou odpovědné za odlišné organoleptické vlastnosti. Řada těchto sýrů (např. Roquefort, Feta, Halloumi, Pecorino Romano, Manchego, Mozzarella di bufala) získala status chráněného označení původu (CHOP) tím, že vytvořila vazbu mezi historickým/kulturním dědictvím se specifikovanou zeměpisnou oblastí produkce, použitým mlékem (včetně plemen zvířat a zemědělských systémů), výrobními postupy a jedinečnými kvalitativními vlastnostmi konečného produktu. Sýry z velbloudího, kobyliho, osličího a kozího mléka byly kromě jejich jedinečných organoleptických vlastností zkoumány z hlediska jejich potenciálu sloužit jako slibná platforma pro zdravě vylepšené mléčné výrobky. Výzvy týkající se autenticity a zachování kvality produktů při dodržování přísných specifikací jsou důležité a průmysl i akademická sféra je nadále řeší.

Paní Ragnhild Aabø Inglingstad z norské společnosti TINE popsala zkušenosti se **zpracováním kozího mléka v Norsku**. Před 20 lety byly hlavním problémem norského kozího mléka jeho špatné koagulační vlastnosti a časté kyselé a žluklé příchutě. Zhoršená kvalita souvisela s mutací v genu kódujícím $\alpha 1$ -kasein, která vedla k nízké koncentraci $\alpha 1$ -kaseinu v mléce. Problém byl tehdy v Norsku pozorován u více než 70 % koz.

Počátkem šedesátých let se objevily obavy z příliš jemné chuti sýra Brunost, tedy hlavního produktu z kozího mléka. I zde byla přijata opatření, avšak po letech si spotřebitelé zase stěžovali na příliš silnou chuť výrobků z kozího mléka. V tomto případě byla nalezena souvislost mezi volnými mastnými kyselinami, špatnými koagulačními vlastnostmi a mutací v exonu 12 genu CSN1S1. Selektivním šlechtěním byl snížen obsah volných mastných kyselin z 1,53 mM (2005) na 0,39 mM (2015). Výsledkem je, že norské kozí mléko má nyní vynikající kvalitu.

S velmi zajímavým příspěvkem předstoupila před účastníky sympozia mongolská sýrařka paní Tsetsgee Ser-Od, která popsala historii **zavedení výroby sýrů z jačího mléka ve venkovských oblastech Mongolska**. Tento příběh je podrobněji popsán v samostatném článku v tomto čísle Mlékařských listů.

6. sekce: Textura a funkční vlastnosti sýrů

Sekci zahájila s přednáškou na téma „**Pochopení a optimalizace vazeb mezi strukturou, funkčností a texturou sýra – od molekulárního rozsahu až po velký rozsah**“ prof. Sally Gras z University of Melbourne. Během zpraco-

vání mléka dochází k mnoha změnám v molekulárním a mikronovém měřítku. Tyto změny mohou mít významný dopad na vlastnosti velkých blokových či bochníkových sýrů, významně ovlivnit funkčnost produktu, konkurenceschopnost průmyslu a také udržitelnost procesu. Melbournská univerzita spolupracuje v tomto směru s australským mlékárenským průmyslem a mezinárodními partnery na vývoji a aplikaci nových nástrojů pro lepší pochopení a optimalizaci zpracování mléka. To přispělo k lepšímu pochopení, jak se struktura vyvíjí během zpracování mléka, a snížilo výrobní náklady a rizika. Univerzita vyvinula nové mikroskopické techniky, které nyní australský průmysl běžně používá při ověřování procesů. S pomocí procesního inženýrství se podařilo porozumět a lépe řídit výrobní procesy, a to od laboratorních modelů až po pilotní zkoušky, a nakonec až po velkosériovou výrobu. Výzkum se zaměřil např. na problematiku přenosu tepla a hmoty při výrobě sýra Mozzarella a jeho zmrazování a rozmrazování a techniky strojového učení, čerpané z počítačové vědy s cílem předpovědět průběh proteolýzy a nalezení souvislostí mezi zpracováním, molekulární mikro- a makrostrukturou a zajištění optimální textury a funkčnosti výrobku.

Další dvě přednášky byly vysoce odborné:

- Gaurav Kr Deshwal, Nizozemí: **Vliv hladiny vápníku a sekvestrujících vápenatých solí v odtučněném a tučném tvarohu na solubilizaci kaseinů a minerálních látek a na reologické a texturní vlastnosti tavených sýrů**
- Liesbeth van der Meulen, NL: **Vliv pH, stupně zrání, obsahu soli a typu sýra na zastoupení minerálních látek v sýru**

7. sekce: Inovace ve výrobě a zpracování sýrů

Vědecká pracovnice Rani Govindasamy-Lucey z University of Wisconsin-Madison v USA informovala o **ultrafiltraci s nízkým koncentračním faktorem (LCF-UF)**, která je široce používána v sýrařském průmyslu ke standardizaci obsahu bílkovin a snížení sezónních odchylek ve složení a vlastnostech sýra a ovlivňuje tudíž i výtěžnost. Při obsahu bílkovin <4 % v mléce jsou potřeba jen malé změny v receptuře. Jakmile se zvýší obsah proteinů, jsou nutné provést další změny ve výrobním procesu, zejména při zpracování zrna a tím ovlivnit dosažení požadovaných texturních vlastností a výši sušiny sýra. Těmito změnami může být např. předkysání mléka, změny v teplotě dohřívání a v mechanickém zpracování zrna.

Mikrofiltrace s nízkým koncentračním faktorem (LCF-MF) produkuje jako vedlejší produkt syrovátkový permeát (tj. syrovátku bez přidaného barviva, zákysové kultury nebo syřidla) a mléko lze standardizovat na požadovanou úroveň kaseinu. MF nekonzcentruje syrovátkový protein, na rozdíl od UF, což je důležitý rozdíl při použití vyšších koncentračních faktorů pro výrobu sýrů. Sýr vyrobený z UF retentátu s vyšším obsahem bílko-

vin má více zbytkových syrovátkových bílkovin a má pomalejší proteolýzu ve srovnání se sýry vyrobenými z mléka s podobným obsahem bílkovin, ale koncentrovanými MF. Membránová filtrace může zlepšit výtěžnost a regeneraci bílkovin a tuku. Byla odzkoušena nová metoda membránové filtrace, která eliminuje potřebu promývání tvarohu pro kontrolu kyselosti během výroby sýrů (např. pro sýry Colby, Gouda a jiné.). Standardizaci laktózy lze považovat za sofistikovanější proces standardizace mléka pro výrobu sýrů než je tradiční kontrola poměru bílkovin/tuků nebo obsahu bílkovin. Tento přístup zahrnuje standardizaci mléka na konkrétní obsah laktózy při konkrétním obsahu bílkovin. Cílem je kontrolovat obsah laktózy v mléce, aby se určilo konečné pH sýra. Standardizaci laktózy lze snadno integrovat s technikami membránové filtrace (např. LCF-UF). Tento přístup zlepšuje udržitelnost tím, že znovu používá vodu získanou z původního mléka a eliminuje potřebu přidávat podzemní vodu během procesu výroby sýra.

Xiaoming Liu z čínské univerzity Jiangnan University vystoupil s přednáškou „**Tavený sýr: Jedinečný nástroj pro vývoj funkčních potravin**“.

Paní Ester F. Pastrana z Dánska hovořila o emulgaci mléčného tuku a sýrového koagulátu bez tuku a **vlivu teploty na reologické vlastnosti a texturu**. Uvedla, že aby bylo možné vyhovět novým požadavkům spotřebitelů, zlepšit efektivitu a řešit problémy udržitelnosti, je potřeba vyvinout inovativní způsoby zpracování sýrů. Ve své práci zkoumala emulgaci beztučného sýrového zrna a másla pomocí termomechanického procesu při teplotách v rozmezí 70-90 °C. Složení sýra, reologické vlastnosti a mikrostruktura byly hodnoceny po dobu 14denního skladování. Kromě konfokální laserové mikroskopie (CSLM) byly k charakterizaci teplotního vlivu na gelovou síť použity nukleární magnetická rezonance v nízkém poli (LF-NMR) a rentgenový rozptyl (SAXS/WAXS). Výsledky práce naznačily, že vyvinutý termomechanický proces je vhodný při vytváření stabilního emulzního gelu a teplota má významný vliv na reologické vlastnosti sýrů v důsledku ztráty vody při vyšších teplotách. Zvýšení teploty vedlo ke zmenšení velikosti tukových kapiček, čímž se vytvořila kompaktnější struktura.

Maggie Becher z University of Wisconsin z USA informovala o možnostech **prodloužení trvanlivosti pařených sýrových tyčinek**, které jsou stále více oblíbenými produkty coby dětské výrobky a „zábavné“ snacky. Významný ukazatel u těchto sýrů je přiměřená tuhost a vláknitá struktura. Přednášející popsala technologické postupy tzv. vysokotlakého zpracování (HPP), nízkoteplotního skladování (LTS) a acidifikaci sýrové hmoty a použití vysokých teplot při formování a paření těchto sýrů.

8. sekce: Udržitelné balení sýrů

Hlavní řečnickem této sekce byla Sarah Baylis z novozélandské společnosti Fonterra. Ve svém vystoupení uved-

la, **jak může obal optimalizovat trvanlivost produktu**, je-li navržen pro vlastnosti produktu a podmínky dodavatelského řetězce. Funkce balení zajišťuje, že produkty společnosti Fonterra jsou vhodné pro daný účel od výroby až po dodání do obchodu. Formáty balení a designové funkce poskytují zákazníkům další výhody a zajišťují nejlepší uživatelský komfort. Udržitelnost přinesla do vývoje nový prvek, ve kterém je třeba brát v úvahu také vlastnosti výrobku na konci doby použitelnosti jako součást fáze návrhu obalu v procesu vývoje produktu. Reformulace složitých struktur obalových materiálů na udržitelné struktury připravené k recyklaci byla pro obalový průmysl zásadní změnou a vytvořila nový základ pro funkčnost. Stanovení parametrů skladovatelnosti je základem každého projektu vývoje nového produktu, a to vyžaduje hluboké porozumění obalům a interakci produktů. Vývojáři nových sýrových produktů a jejich receptur musí vzít v úvahu obaly již ve fázi konceptů, aby zajistili úspěch navrhované novinky. Tento postup ilustrovala na konkrétních příkladech ze společnosti Fonterra. Společnost čelí výzvam na zachování trvanlivosti a funkční výkonnosti nových materiálů při jejich použití na vysokorychlostních výrobních linkách. Vše je vždy testováno a optimalizováno, což v konečném důsledku vytváří novou základní linii pro udržitelné balení a zároveň minimalizuje kompromis ve funkčnosti balení a trvanlivosti.

Niccolo Renoldi z Itálie diskutoval **vliv obalových materiálů s nízkým dopadem na životní prostředí na trvanlivost porcovaných polotvrdých sýrů**. Jednosložkové plastové fólie by mohly být zajímavým řešením balení pro zachování kvality porcovaných sýrů s nižším dopadem na životní prostředí. Byly testovány dva typy monomateriálových (jednosložkových) plastových fólií s různými bariérovými a mechanickými vlastnostmi certifikované podle CYCLOS-HTP. Vlastnosti těchto udržitelných fólií byly porovnány s vlastnostmi konvenčních multimateriálů běžně používaných pro balení polotvrdých sýrů. Při zkouškách byly testovány mikrobiologické a chemické vlastnosti balených sýrů. Jedna z pokusných fólií byla zodpovědná za mikrobiologické vady z důvodů její vyšší propustnosti pro kyslík, a tudíž i za vývoj nažluklé chuti. V případě druhé pokusné fólie byla sice skladovatelnost o něco snížena v porovnání s kontrolními multimateriálovými obaly, nicméně by mohlo toto řešení představovat účinný kompromis mezi komerční skladovatelností a udržitelností.

9. sekce: Sýrová matrice a nutriční aspekty

Didier Dupont z francouzského ústavu INRAE hovořil o **biologické dostupnosti živin v návaznosti na strukturu mléčných výrobků**. Struktura potravní matrice je jedním z klíčových faktorů ovlivňujících osud potravy v trávicím traktu a následně i kinetiku uvolňování živin. Pomocí široké škály statických a dynamických *in vitro* modelů trávení a pokusů na zvířatech

(prasata) bylo prokázáno, že rozdíly v makrostruktuře mléčných výrobků (tekuté vs. gelové vs. tuhé) mohou vést k rozdílu ve vyprazdňování žaludku, v kinetice hydrolýzy bílkovin v tenkém střevě i k rozdílu v biologické dostupnosti aminokyselin. Tyto rozdíly v kinetice trávení byly přisuzovány schopnosti kaseinových micel koagulovat v podmínkách při trávení v žaludku, což má za následek tvorbu pevné sraženiny, která je pomalu rozkládána trávicími enzymy na částice dostatečně malé, aby byly absorbovány v tenkém střevě. Trávení sýrů v podmínkách žaludku probíhá v porovnání s dalšími mléčnými matricemi jiným způsobem z důvodu jejich pevné struktury. Studie se v tomto případě zaměřovala na potvrzení, že mikroorganismy přítomné v sýru mohou rovněž přispívat k trávení mléčných bílkovin. Pro starší dospělou populaci byly rovněž vyvinuty sýry na bázi syrovátkových bílkovin. Tyto sýry mají vyšší koncentrace leucinu než jejich protějšky na bázi kaseinu a mohou být ideálními nástroji pro obnovení syntézy svalových bílkovin u starších lidí trpících sarkopenií. Přednášející uvedl, že struktura mléčných výrobků může být považována za vhodný nástroj pro řízení kinetiky uvolňování živin během trávení, aby byly splněny nutriční potřeby specifických populací (starší lidé, obézní lidé, sportovci).

Rodrigo A. Ibáñez z University of Wisconsin z USA řešil **vliv začlenění frakce hydrolyzátu mléčné bílkoviny na kvalitu a bioaktivní vlastnosti sýra typu Cheddar**. Nejprve zmínil, že hypertenze představuje vážný celosvětový zdravotní problém. Věda již dříve potvrdila, že ve fermentovaných mléčných výrobcích vznikají činnosti některých bakterií mléčného kvašení bioaktivní peptidy s antihypertenzním účinkem. Ve své studii ověřil při pokusných výrobcích sýru Cheddar, že přímé přidání hydrolyzátu mléčných bílkovin (DPH) do sýra by okamžitě zlepšilo jeho biologickou aktivitu. Přidání DPH vedlo u sýrů ke zvýšení obsahu rozpustného dusíku a obsahu antihypertenzních peptidů (inhibitorů ACE-I-inhibitory angiotenzin konvertujícího enzymu) již po jednom měsíci zrání. Simulované gastrointestinální trávení také potvrdilo zvýšení obsahu bioaktivních peptidů. Přidavek DPH zvýšil bioaktivní vlastnosti sýra bez potřeby dlouhého zrání.

Nor Helge Einar Lundberg popsal výsledky své klinické studie zabývající se **pozitivními účinky denního příjmu sýra Jarlsberg na markery kostního obratu a hustotu minerálních látek v kostním skeletu u premenopauzálních žen**.

Závěrečnou přednášku na konferenci měl Sitong Zhou z Irsku, který hovořil o **vlivu krmných režimů na obsah vitamínu K v sýrech Cheddar**. Vitamin K je přítomen v nízkých koncentracích v řadě mléčných výrobků. Cílem jeho studie bylo prozkoumat účinky krmení skotu a fáze laktace na hladiny vitamínu K v sýrech. V práci byly testovány sýry z kravského mléka ze třech různých krmných systémů a ze třech fází laktace. Krmné režimy a fáze laktace měly dopad na obsah vitamínu K v sýru, přičemž nejvyšší množství vitamínu bylo nalezeno u sýrů z mlé-

ka krav krmných trávou. Z pohledu fáze laktace byly hodnoty vitamínu K nejvyšší u mléka z pozdní laktace doby.

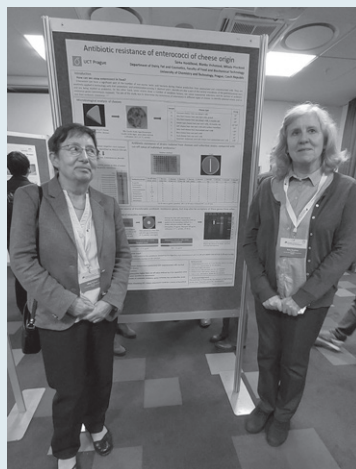
Vydavatel a editor International Dairy Journal (IDJ) Thom Huppertz informoval o připravovaném vydání IDJ s odbornými příspěvky z tohoto „*IDF Cheese Science and Technology Symposium*“.

Po ukončení symposia připravila účastníkům ještě Norská univerzita přírodních věd tři zajímavé odpolední workshopy na téma:

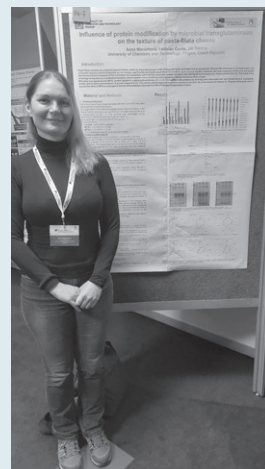
1. Budoucnost výroby sýrů tváří v tvář klimatickým a společenským změnám.
2. Precizní zemědělství. Zajištění živočišných bílkovin bez chovu hospodářských zvířat.
3. Výroba sýrových analogů, kde je věda a průmysl v rámci tohoto tématu?

Součástí symposia byla rovněž rozsáhlá posterová sekce, kde se prezentovaly se svými pracemi i na sympoziu přítomné české účastnice z VŠCHT:

- Horáčková Š., Vrchotová B., Plocková M.: Antibiotická rezistence enterokoků izolovaných ze sýrů
- Macůrková A., Čurda L., Štětina J.: Vliv modifikace proteinů pomocí mikrobiální transglutaminasy na texturu sýrů typu pasta-filata



Doc. Plocková a doc. Horáčková před svým posterem v Bergenu



Dr. Macůrková před svým posterem v Bergenu

Zajímavé a přínosné byly také ochutnávky norských mléčných výrobků od společnosti TINE SA. Někteří účastníci měli rovněž možnost zúčastnit se nejen výletu do dechberoucí norské krajiny, ale také navštívit výrobu sýra Gamalost (viz. další příspěvek v Mlékařských listech) a mléčné biofarmy.

Korespondující autor: Ing. Jiří Kopáček, CSc.
Českomoravský svaz mlékárenský z.s.,
V Olšinách 75, 100 00 Praha 10,
e-mail: jkopacek@cheesespectrum.cz

*Přijato do tisku: 28. 7. 2024
Lektorováno: 7. 8. 2024*