

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA CHEMICKÁ

ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ

FACULTY OF CHEMISTRY

INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

ANALOGY TAVENÝCH SÝRŮ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

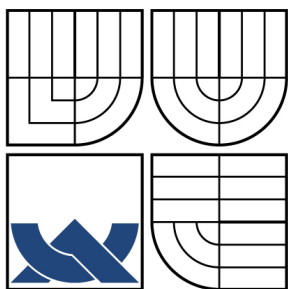
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

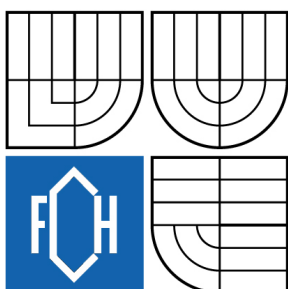
AUTHOR

LENKA BRABCOVÁ

BRNO 2008



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA CHEMICKÁ
ÚSTAV CHEMIE POTRAVIN A BIOTECHNOLOGIÍ
FACULTY OF CHEMISTRY
INSTITUTE OF FOOD SCIENCE AND BIOTECHNOLOGY

ANALOGY TAVENÝCH SÝRŮ

PROCESSED CHEESE ANALOGUES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

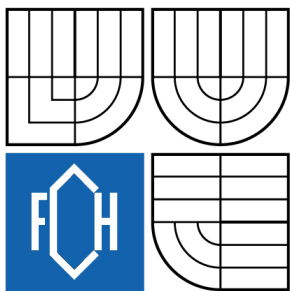
LENKA BRABCOVÁ

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. EVA VÍTOVÁ, Ph.D.

BRNO 2008



Vysoké učení technické v Brně
Fakulta chemická
Purkyňova 464/118, 61200 Brno 12

Zadání bakalářské práce

Číslo bakalářské práce

FCH-BAK0001/2007

Akademický rok: **2007/2008**

Ústav

Ústav chemie potravin a biotechnologií

Student(ka)

Brabcová Lenka

Studijní program

Chemie a technologie potravin (B2901)

Studijní obor

Potravinářská chemie (2901R021)

Vedoucí bakalářské práce

Ing. Eva Vítová, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce

Název bakalářské práce:

Analogy tavených sýrů

Zadání bakalářské práce:

Zpracování literární rešerše zaměřené na:

- suroviny vhodné pro výrobu analogů tavených sýrů
- popis technologie výroby
- vlastnosti
- možnosti použití analogů
- srovnání s klasickým taveným sýrem

Zhodnocení situace v ČR.

Termín odevzdání bakalářské práce: 30.5.2008

Bakalářská práce se odevzdává ve třech exemplářích na sekretariát ústavu a v elektronické formě vedoucímu bakalářské práce. Toto zadání je přílohou bakalářské práce.

Lenka Brabcová
student(ka)

Ing. Eva Vítová, Ph.D.
Vedoucí práce

Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2007

doc. Ing. Jaromír Havlica, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou sýrových analogů se zaměřením na tavené sýrové analogy. Cílem bylo zpracovat literární rešerši zaměřenou na suroviny vhodné pro výrobu sýrových analogů a jejich vliv na fyzikálně chemické a organoleptické vlastnosti.

V úvodní části je vysvětleno co jsou sýrové analogy, jaké jsou důvody pro jejich výrobu a jaké mají využití. Zvláštní pozornost je věnovaná surovinám vhodným pro jejich výrobu a jejich fyzikálně chemickým a organoleptickým vlastnostem. Dále je uveden technologický postup výroby, mikrostruktura a jejich porovnání s klasickými sýry.

Zjištěné teoretické informace budou podkladem pro navazující diplomovou práci.

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the problems of cheese analogues with the focus on processed cheese analogues. The aim was to elaborate the literature background research focused on ingredients suitable for production of cheese analogues and their influence on physico-chemical and organoleptic properties.

In the introductory part what the cheese analogues are, the reasons for their production and their use is explained. Special attention is dedicated to ingredients suitable for their production and their physico-chemical and organoleptic properties. Also technological process of manufacture, microstructure and their comparison with classic cheese are mentioned.

These established theoretical informations will be a basis for following diploma work.

KLÍČOVÁ SLOVA

sýrové analogy, sýr

KEYWORDS

cheese analogues, cheese

BRABCOVÁ, L. *Analogy tavených sýrů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008. 37 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Eva Vítová, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a že všechny použité literární zdroje jsem správně a úplně citovala. Bakalářská práce je z hlediska obsahu majetkem Fakulty chemické VUT v Brně a může být využita ke komerčním účelům jen se souhlasem vedoucího bakalářské práce a děkana FCH VUT.

.....
podpis studenta

Poděkování:

Na tomto místě bych chtěla poděkovat Ing. Evě Vítové, Ph.D za vedení bakalářské práce, za cenné rady a připomínky a všem přátelům za podporu během psaní této práce.

OBSAH

1	ÚVOD	6
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	7
2.1	Charakteristika sýrových analogů	7
2.1.1	Historie sýrařství	7
2.1.2	Rozdělení sýrů.....	8
2.1.3	Klasifikace sýrových analogů	9
2.1.4	Důvody zavádění sýrových analogů	10
2.1.5	Co říká zákon	11
2.1.6	Označení sýrových analogů	12
2.1.7	Aplikace, využití sýrových analogů.....	12
2.2	Suroviny využívané při výrobě analogů sýrů.....	13
2.2.1	Tuky	14
2.2.1.1	Mléčný tuk.....	14
2.2.1.2	Rostlinné tuky	14
2.2.2	Mléčné proteiny.....	15
2.2.2.1	Kasein.....	15
2.2.2.2	Kaseináty	16
2.2.2.3	Syrovátkový protein	16
2.2.3	Rostlinné proteiny	16
2.2.4	Škroby	16
2.2.5	Tavící soli	18
2.2.6	Hydrokoloidy	20
2.2.7	Příchutě a jejich zvýrazňovače	20
2.2.8	Vitamínové a minerální přípravky	20
2.3	Mikrostruktura sýrových analogů	21
2.4	Technologie výroby analogů tavených sýrů.....	23
2.4.1	Formulace směsi.....	24
2.4.2	Předmixování	25
2.4.3	Tavení.....	25
2.4.4	Přídavek regulátorů kyselosti a příchutí.....	26
2.4.5	Homogenizace	27
2.4.6	Balení	27
2.4.7	Chlazení a uskladnění.....	27
2.5	Porovnání sýrových analogů s klasickými sýry	28
2.6	Trh se sýrovými analogy v ČR.....	30
3	ZÁVĚR.....	33
4	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	34
5	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	37

1 ÚVOD

Sýry patří už od dávných dob do našeho jídelníčku a v podvědomí většiny spotřebitelů jsou úzce spojeny se zdravou výživou. Vyrábějí se tvrdé, měkké, plátkové, strouhané i tavené.

Tavené sýry patří v České republice mezi nejoblíbenější díky snadné roztíratelnosti a nabídce v celé řadě variací chutí, tvarů a fyzikálních vlastností. Průměrná roční spotřeba na obyvatele kolísá přibližně od 2 do 3 kg. Ve srovnání s jinými vyspělými zeměmi, kde je průměrná roční spotřeba na obyvatele přibližně o 1 kg nižší, avšak i zde jsou výjimky, např. Irsko kolem 2 kg a USA přibližně 1,8 kg. V Čechách se v současné době vyrábí okolo 20 000 tun tavených sýrů ročně a dalších více jak 7 000 tun se dováží. Ve světě se na tavené sýry zpracovává 10 až 12 % přírodních sýrů.

Sýry jsou významné zejména pro svou výživovou hodnotu. Bílkoviny obsažené v sýrech jsou plnohodnotné a obsahují esenciální aminokyseliny, které tělo potřebuje pro výstavbu a neustálou obnovu svalových a orgánových tkání. Tuky jsou důležitým zdrojem energie, významné pro obsah esenciálních mastných kyselin a jako zdroj vitamínů rozpustných v tucích. Významný je také obsah vitamínů, hlavně skupiny B, které jsou nepostradatelné pro správnou činnost metabolismu, nervové soustavy a zdravý růst. Z minerálních látek sýry obsahují především vápník, který je důležitou součástí kostí a zubů a nezbytný pro jejich růst.

Se stoupající spotřebou a s nárůstem ceny přírodních sýrů se objevil požadavek na výrobu takového produktu, který by byl levnější, měl nižší obsah tuku a cholesterolu a měl stejnou nebo lepší nutriční hodnotu. Tyto kritéria splňují sýrové analogy, což jsou náhražky přírodních sýrů, při jejichž výrobě se kromě surovin z mléčných zdrojů využívají i suroviny z rostlinných zdrojů.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Charakteristika sýrových analogů

Sýrové analogy jsou produkty podobné sýrům vyrobené mícháním různých jedlých olejů, tuků, proteinů, dalších ingrediencí a vody v hladkou homogenní směs za pomoci zahřívání, mechanického stříhání a emulsifikačních solí. [1]

Mohou být klasifikovány jako sýrové substituty nebo imitace, které částečně nebo zcela substituují nebo imitují klasické sýry, a ve kterých jsou mléčný tuk, mléčná bílkovina nebo obojí částečně nebo zcela nahrazeny nemléčnou komponentou, zejména z rostlinného zdroje. [2]

Tyto produkty jsou výrazně levnější než přírodní sýry, nejen kvůli užití rostlinných tuků namísto mléčných, ale protože prodejní cena kaseinů a kaseinátů mimo Evropskou Unii je levnější než ekvivalentní množství kaseinu v syrovém mléku. [3]

2.1.1 Historie sýrařství

Mléko a mléčné výrobky hrály ve výživě lidstva důležitou roli už od nejstarších dob. [4] Mnozí historikové kladou počátky domestikace koz a ovcí do období zhruba 10 000 let př. n. l., krávy byly domestikovány až o mnoho později. [5]

Za kolébku prastarých produktů, mezi které patří i sýr, se ve staré literatuře považuje Střední východ. Se vši pravděpodobností objevily první sýry náhodou kočovné kmeny jižní Asie a Středního východu. Když někteří bojovníci nalili čerstvé mléko do kožených vaků, aby mohli během boje a dlouhých jízd utišit žížeň, zjistili, že tekuté mléko se změnilo v bledou lehce nakyslou tekutinu, v níž plavaly husté chuchvalce bílé sýřeniny. Kožené vaky se vyráběly ze žaludků mladých zvířat a pravděpodobně obsahovaly ještě zbytek srážecích enzymů. Zbytek vykonalo slunce a pohyby klusajícího koně. Chuchvalců sýřeniny si lidé rychle začali považovat a brali je jako příjemný doplněk potravy. [5]

Ve starších kulturách lze nalézt mnoho stop, které se týkají sýra. Podle archeologů se nejstarší nálezy datují do doby asi 6000 let př. n. l. Nejstarší objevy byly učiněny ve staré Mezopotámii. Sumerové uchovávali sýr již zhruba 4000 let př. n. l. v podlouhlých úzkých džbánech. Zmínky o sýru lze rovněž nalézt v mytologických příbězích starých Řeků. Také v bibli ve Starém zákoně se o tomto produktu píše jako o vítaném zdroji potravy a o daru. Nesčetné malby na stěnách různých staveb svědčí o znalosti výroby sýra i ve starém Egyptě. [5]

První písemná zpráva o výrobě sýra v Čechách spadá do 10. století, kdy se listina Břevnovského kláštera z roku 993 zmiňuje o poplatku třiceti sýrů. Také Kosmas ve své kronice uvádí, že v roce 1073 olomoucký biskup Jan často jídal sýr. Písemné prameny z roku 1584 uvádějí, že se v Praze prodávaly bochníkové sýry, které nikdy nebyly vydávány čeledi, ale pouze do zámeckých kuchyní. Řadu základních ustanovení o sýrech obsahují i tzv. instrukce Frýdlantská (1626) a Černínská (1648). Podle rukopisu z roku 1696 byla již známa výroba "modrého sýra", do kterého se při výrobě přidával rozmačkaný zplsnivělý chléb. [4]

Na rozšiřování málo známých sýrů po celé Evropě měly velký podíl křížové výpravy. Například sýr zvaný palicový, který se vyráběl až od roku 1810, má původ ve 14. století. Jeho výroba probíhala tak, že se zkyslé mléko nechalo na plotně teplem srazit a poté se lisovalo v režných pytlích. Po vylisování syrovátky se tvaroh v neckách důkladně hnětl se solí a kmínem. Takto upravený sýr se pěchoval do tvořítek s dírkovaným dnem a po pečení chleba se tvořítka dávala do pece, kde se sýr do druhého dne vysoušel. Zrání pak probíhalo ve

zvláštní komoře i po dobu jednoho roku. Takto vyrobený sýr měl žlutavou barvu a vyznačoval se šťavnatou chutí. [4]

Tavené sýry nejsou tak staré jako sýry přírodní a s jejich výrobou se začalo až kolem roku 1911 ve Švýcarsku panem Stettlerem. Říká se, že na myšlenku tavit sýr se však přišlo náhodou už roku 1875. Vypráví se, že někdy v tomto roce za studeného počasí pracovali jistí muži na vinici poblíž města Sierry ve Švýcarsku. Když se sešli o svačině u ohně, aby pojedli chléb se sýrem, zkusil si jeden z nich sýr ohřát nad ohněm, z povrchu sýra začala stékat na chléb tekutá emulze, na které si velice pochutnal. Důvodem jejich výroby byla snaha o prodloužení trvanlivosti přírodních sýrů, možnost použití jako pomazánky na pečivo, ale také možnost docílit nekonečného množství chutí přidáváním koření či různé naťové zeleniny, ale i masných výrobků jako je šunka nebo ochucování smetanou. [6] První tavná sýrů v Čechách byla založena v roce 1920 ve Vodňanech. [4]

Sýrové analogy, jejichž největší skupinu tvoří částečně mléčné sýrové analogy, byly poprvé uvedeny na trh na počátku roku 1970 ve Spojených státech amerických. Důvodem jejich výroby byl nárůst produkce taveného sýra, který za období 20 let až do roku 1994 v Evropě, Severní Americe, Novém Zélandu a Japonsku vzrostl o 20 %. V roce 1985 činil tržní podíl produkce sýrových náhražek v USA, Švédsku a Velké Británii 6, 3 a 1 %. [7]

2.1.2 Rozdělení sýrů

V současné době existuje asi 500 druhů sýrů, které je možné rozdělit podle řady hledisek: [8, 9, 10]

podle použité suroviny

- přírodní sýry – vyráběné přímo z mléka
- tavené sýry – vyráběny dalším zpracováním přírodních sýrů
- syrovátkové – vyráběny ze zahuštěné syrovátky
- sýry, ve kterých je mléčný tuk nahrazen rostlinnými tuky (tzv. plněné sýry)
- imitace sýrů – jsou připravovány rekonstitucí jednotlivých složek mléka

podle druhu použitého mléka

- kravské
- kozí
- ovčí
- buvolí

podle obsahu sušiny

- tvrdé
 - s nízkodohřívanou sýřeninou
 - s vysokodohřívanou sýřeninou
 - s mletou sýřeninou
- měkké
 - zrající
 - nezrající

podle obsahu vody v tukuprosté hmotě sýra VVTPH¹

- extra tvrdý (méně než 47 % VVTPH včetně)
- tvrdý (47,0 až 54,9 %)
- polotvrdý (55,0 až 61,9 %)
- poloměkky (62,0 až 68,0 % včetně)
- měkký (více než 68,0 %)

podle obsahu tuku v sušině²

- vysokotučný (více než 60,0 % hmot. včetně)
- plnotučný (45,0 až 60,0 % hmot. včetně)
- polotučný (25,0 až 45,0 % hmot. včetně)
- nízkotučný (10,0 až 25,0 % hmot. včetně)
- odtučněný (méně než 10,0 % hmot.)

podle způsobu srážení mléka

- kyselé sýry – uplatňuje se pouze kyselé srážení (např. tvaroh, olomoucké tvarůžky)
- sladké sýry – srážení pomocí působení syřidla (např. polotvrdé a tvrdé sýry)
- při srážení se uplatňuje působení syřidla i kyselé srážení (např. měkké sýry a tvarohy)

podle způsobu zrání

- nezrající
 - čerstvé
 - termizované
- zrající
 - zrající od povrchu do vnitřní hmoty
 - zrající pod mazem
 - zrající v celé hmotě
 - s plísní na povrchu
 - s plísní uvnitř hmoty
 - dvouplísňové

2.1.3 Klasifikace sýrových analogů

Jsou dva základní typy postupu výroby sýrových substitutů ukázané na obr. 1. První využívá tekuté mléko a běžné sýrařské metody, produkty vyrobené tímto způsobem bývají uváděny jako plněné sýry. Druhý typ, uváděný jako sýrové analogy, je vyroben mícháním různých surových materiálů za použití podobných postupů jako při výrobě tavených sýrů. [11]

Pro výrobu sýrových analogů se užívá tukových a/nebo proteinových zdrojů jiných než z přírodního mléka společně s napodobením systému příchutí co nejbližších přírodním sýrům. [11]

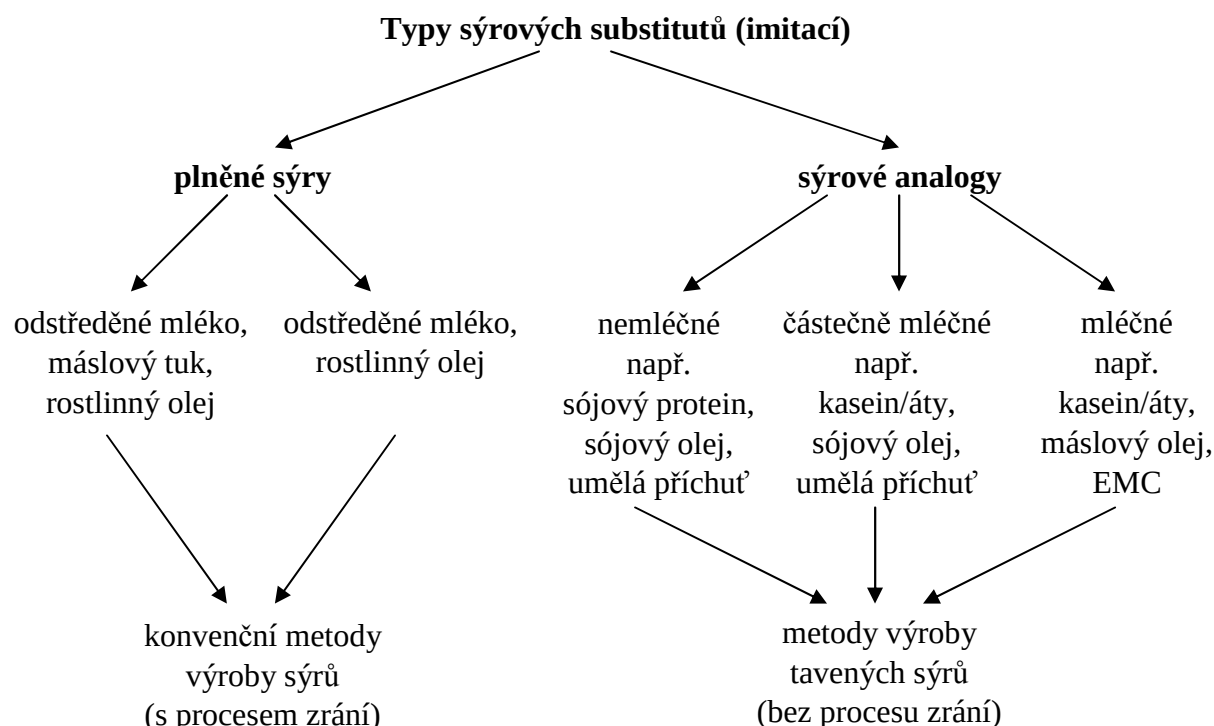
Podle zdroje, ze kterého pochází tuk a/nebo proteiny se sýrové analogy rozdělují na mléčné, částečně mléčné nebo nemléčné. Mléčné analogy jsou vyrobeny užitím mléčných

¹ $\%VVTPH = \frac{g \text{ vody}}{100 - g \text{ tuku}} \cdot 100$

² $\% \text{ hmot. tuku v sušině} = \frac{g \text{ tuku}}{100 - g \text{ vody}} \cdot 100$

proteinů nebo máselných tuků, částečně mléčné užitím mléčných proteinů (obvykle rennet kaseinu a/nebo kaseinátů) a rostlinných tuků (sójový, palmový, řepkový) a nemléčné užitím rostlinných tuků i proteinů.[1,2]

Sýrové analogy mohou být dále rozděleny na základě výživové hodnoty. V USA jsou sýrové náhražky považovány za imitace, jestliže se podobají dalšímu sýru, ale mají nutričně nižší jakost, která zahrnuje redukci v obsahu esenciálních látek, ale nezahrnuje redukci v kalorickém nebo tukovém obsahu. Dále jsou sýrové náhražky považovány za imitace, jestliže se podobají dalšímu sýru a nejsou nutričně horší jakosti. Další produkty podobné sýrům, které mohou být klasifikovány jako imitace jsou Tofu a plněné sýry. [1,2]



Obr. 1 Odlišné typy sýrových substitutů [11]

2.1.4 Důvody zavádění sýrových analogů

Novodobým trendem v mlékárenství se stala výroba analogů mlékárenských výrobků neboli substitutů, náhražek, imitací. Tento trend byl vyvolán snahou nabídnout maloobchodu výrobek za výhodnější cenu a tedy snahou některých výrobců o náhradu původní mléčné suroviny, především mléčného tuku, levnější ingrediencí. Na druhé straně to může být i úmysl některého z výrobců přijít na trh s cenově výhodnějším výrobkem a tím uspět nad svým konkurentem na trhu. [12]

Od roku 1980 dochází v Severní Americe a v Evropě ke změně stravovacích návyků spotřebitelů. Velký vliv mají zdravotní organizace, z jejichž strany je vyvíjen tlak redukovat množství tuku, cukru, cholesterolu, solí a určitých přísad v jídle. Výrobci jídel na tyto požadavky odpověděli a nastal rychlý tržní růst produktů zdravé výživy. K redukci kalorické hodnoty byly použity tukové náhražky (např. modifikované škroby, syrovátkové proteiny), které napodobily funkční a organoleptické vlastnosti tuků. [7]

Dalším důvodem pro výrobu analogů je kvalita mléka. Při dodávkách mléka dochází k sezónním výkyvům a k rozdílům kvality léto/zima. [13] Obecně lze říci, že chutnější sýry

jsou z mléka nadojeného od jara do podzimu, kdy mají zvířata čerstvé krmení, díky němuž pak mají sýry výraznější barvu. Do mléka a následně do sýra se dostává aroma různých bylinek, čímž dochází v průběhu roku k proměnám chuti u sýrů z čerstvého mléka. [14] Kdežto sýrové analogy zajišťují konstantní kvalitu. [13]

Se stále se měnícím a nestálým trhem potravin jsou přírodní sýry, zejména Mozzarella nebo Cheddar, znevýhodňovány nejen kvůli vysokým nákladům na produkci a uskladnění, ale také kvůli neschopnosti se adaptovat odlišným nutričním požadavkům. Imitace sýrů mají potenciál překonat všechny tyto uvedené problémy, a tak se potravinářský průmysl zaměřil na imitace jako alternativu k přírodnímu sýru. [15]

V současné době se komerčně vyrábí analogy širokého rozsahu přírodních sýrů (např. Cheddar, Monterrey Jack, Mozzarella, Parmesan, Romano, Blue cheese, Cream cheese). Současná roční produkce ve Spojených státech amerických je přibližně 300 000 tun ročně s hlavními produkty nízkotlakové Mozzarellou a Cheddaru. [2]

Evropská produkce je malá, na rozdíl od USA (asi 20 000 tun ročně), což může být způsobeno nezahrnutím sýrových analogů do legislativy, snahami skupin zájímajících se o ochranu a označení původních mléčných výrobků a/nebo relativně nízkou spotřebou pizzy a sýrů jako přísad v Evropě. [2]

Mezi hlavní důvody pro výrobu sýrových analogů patří:

- může být dosažena stejná kvalita finálních produktů jako s mléčnými tuky, [13]
- nižší náklady na výrobu, respektive nižší náklady na suroviny, [16]
- žádné sezónní výkyvy v dodávkách a konstantní kvalita (žádné rozdíly léto/zima),
- možnost použití stejného výrobního zařízení jako pro obvyklé mléčné produkty,
- jednoduchost a shodná použitelnost v produkci,
- vylepšený nutriční profil [13], vyšší podíl nenasycených mastných kyselin, nižší [16] nebo žádný obsah cholesterolu, redukované množství nasycených tuků a sodíku, nižší obsah kalorií, [11]
- možnost použití širokého rozsahu poměru rostlinný tuk/mléčný tuk,
- možnost použití širokého rozsahu zdrojů mléčných tuků a dalších mléčných surových materiálů v kombinaci s rostlinnými tuky. [13]

2.1.5 Co říká zákon

Ministerstvo zemědělství definovalo ve vyhlášce č. 77/2003 Sb. podle zákona č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích v souladu s právem Evropských společenství, mléko a mléčné výrobky takto: [10]

- **mléčný výrobek** - výrobek vyrobený výlučně z mléka, přičemž látky nezbytné pro jeho výrobu mohou být přidány, jen když tyto látky nejsou použity za účelem nahrazení všech nebo některé části složek mléka,
- **sýr** - mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky,
- **čerstvý sýr** - nezrající sýr tepelně neošetřený po prokysání,
- **zrající sýr** - sýr, u kterého po prokysání došlo k dalším biochemickým a fyzikálním procesům,
- **tavený sýr** - sýr, který byl tepelně upraven za přídavku tavicích solí,

- **syrovátkový sýr** - mléčný výrobek získaný vysrážením syrovátky nebo směsí syrovátky s mlékem.

Ze zákona je vidět, že česká legislativa prozatím pojem „imitace nebo analog“ (tavených) sýrů nezná. [16]

2.1.6 Označení sýrových analogů

Z platné potravinářské legislativy jednoznačně vyplývá, že v případě, kdy byla některá ze základních složek mléka (mléčný tuk, mléčná bílkovina, mléčný cukr) nahrazena jinou nemléčnou složkou, nesmí být takovýto výrobek již více označován jako mléčný výrobek, ani jako sýr. [12]

Dále platí, že tavené sýry musí být vždy označeny na obalu druhem (sýr), skupinou (tavený), kromě toho má výrobce povinnost seznámit spotřebitele se všemi užitými surovinami, jež jsou vyjmenovány sestupně podle jejich množství. [17]

Sýrové analogy by se tedy měly označovat jako „potravinový výrobek“ nebo u tavených sýrových analogů jako „tavený výrobek“, „tavený...“ či podobným označením, s vynecháním slova „sýr“, aby nedocházelo k záměně s „pravými“ sýry a dodržet tak platnou legislativu. [16, 12]

Chybné označení je např. Eidam Alternative (takto se už výrobek nesmí nazývat, protože označení Eidam je druhové označení skupiny polotvrdých sýrů holandského typu), Nový eidam (ten samý případ), Cihla na smažení (je klamavý název, protože „cihla“ je mezi potravinami jednoznačné označení pro sýr, respektive jeho tvar) nebo Lidový smažák (hovorové označení pro smažený sýr). [12]

2.1.7 Aplikace, využití sýrových analogů

Ve Spojených státech amerických mají sýrové analogy na celkovém sýrovém trhu spíše doplňkový efekt než jako produkty používané k přímé náhradě přírodních sýrů. [11] Hlavní použití sýrových analogů v USA je jako sýr ve zmrazených pizzách, kdy hlavním používaným typem je nízkotlaková Mozzarella. Náhražka typu Cheddar patří mezi obvykle používané a to hlavně v podobě plátků v cheeseburgerech. [1]

Typické použití sýrových analogů na Evropském trhu je překvapivě podobné Americkému, ale liší se v tom, že v Evropě trh se sýrovými analogy téměř neexistuje. [11] V Evropě jsou sýrové analogy používány čím dál více v průmyslovém sektoru [1] jako ingredience ve složených jídlech vyrobených cateringovými společnostmi. [11]

Dále se sýrové analogy používají do salátů, sendvičů, sýrových omáček [15], hamburgerů, polotovarů [2], špaget, pomazánek, jako přísada strouhaných sýrových směsí [1], v rychlém občerstvení, obchodech zajišťujících občerstvení a školních jídelnách [7].

2.2 Suroviny využívané při výrobě analogů sýrů

Ingredience používané při výrobě sýrových analogů (CA) a jejich hlavní funkce jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 Ingredience používané při výrobě sýrových analogů [1, 2]

Typ ingredience	Hlavní funkce/efekt	Příklady
tuky	dávají žádoucí složení, strukturu a tavící charakteristiky; máslový olej předává mléčnou příchut'	máslo, sušený mléčný tuk, přírodní nebo částečně hydrogenovaný sójový olej, kukuřičný olej, palmový olej
mléčné proteiny	dávají žádoucí složení, polotvrdou strukturu s dobrou oddělitelností, tekoucí a natahovací charakteristiku při zahřívání; asistují při vytváření fyzikálně-chemické stability	kasein, kaseináty syrovátkový protein
rostlinné proteiny	dávají požadované složení, nízké náklady na kasein; zřídka používány komerčně kvůli poškození produktu	sójový protein, protein z burského oříšku, pšeničný protein
škroby	náhražka za kasein, snížení nákladů	přírodní a modifikované formy škrobu z kukuřice, rýže, brambor
stabilizátory		
emulsifikační soli	asistují při vytváření fyzikálně-chemické stability, působí na strukturní a funkční vlastnosti	sodné citráty a fosfáty
hydrokoloidy	zvyšují stabilitu produktu, ovlivňují strukturní a funkční vlastnosti	karagenany, jedlé gumy, např. xanthanová, arabská
kyseliny	pomáhají kontrolovat pH finálního produktu	organické kyseliny např. mléčná, octová, citrónová, fosforečná
příchutě a jejich zvýrazňovače	zdůraznění chuti	enzymově modifikované sýry, NaCl, kvasnicové extrakty, extrakty z kouře
sladící činidla	přidávají sladkost, zvláště v produktech určených pro děti	dextrosa, kukuřičný sirup, hydrolyzované škroby, hydrolyzovaná laktosa
barviva	propůjčují žádoucí barvu	annatto, syntetická barviva
konzervační činidla	prodlužují trvanlivost, omezují růst plísní	nisin, propionát vápenatý, sodný, sorbany
vitamínové a minerální přípravky	zlepšují nutriční hodnotu	železo, zinek, hořčík, vitamin A, riboflavin B ₂ , thiamin B ₁ , kys. listová B ₁₀

2.2.1 Tuky

Tuky dávají sýrovým analogům žádoucí složení, strukturu a tavicí vlastnosti. [2] V CA je snaha obsah mléčného tuku redukovat, proto se úplně nebo z části nahrazuje nenasycenými rostlinnými oleji, které mají lepší vliv na zdraví. [11]

Použitím nestravitelné nebo částečně stravitelné tukové substance nebo tukové substance nižší kalorické hodnoty se získají CA s redukovanou kalorickou hodnotou. Mezi často používané nízkokalorické tukové materiály patří polyestery polyolů mastných kyselin. [11]

Jsou i popsány výroby sýrových analogů s celkovým obsahem tuku nižším než 0,5 %. [11]

2.2.1.1 Mléčný tuk

Základní složku mléčného tuku tvoří triacylglyceroly (98 % z celkových lipidů), diacylglyceroly, monoacylglyceroly, volné mastné kyseliny, fosfolipidy, steroly a jejich estery a v tučích rozpustné vitamíny. Největší podíl z nasycených mastných kyselin tvoří kyseliny myristová, palmitová a stearová a z nenasycených mastných kyselin kyselina olejová. Typický je i vysoký podíl nízkomolekulárních mastných kyselin (máselná, kapronová, kaprylová), těkajících s vodní parou, které dodávají mléčnému tuku charakteristickou chuť a vůni. [18, 19]

Mléko obsahuje průměrně 3,7 až 4,1 % tuku, který se v něm nachází ve formě tukových kuliček, jejichž průměr se pohybuje v intervalu od 0,1 do 22 μm . Tukové kuličky jsou obaleny membránou skládající se z komplexu fosfolipid-bílkovina. Tento obal chrání tukové kuličky před splynutím do velkých útvarů. [18]

Významný je obsah fosfolipidů, které mají ve své molekule místo mastné kyseliny estericky vázanou kyselinu fosforečnou. Tyto látky mají velký nutriční a fyziologický význam, neboť jsou součástí všech buněk a neobejdou se bez nich nervové tkáně. [20] Mléčné fosfolipidy obsahují hlavně lecitin (33 %), kefalin (38 %) a sfingomyelin (23 %). Fosfolipidy jsou vysoce polární a povrchově aktivní, jsou vázány v povrchových membránách tukových kuliček a přispívají ke stabilitě tukové emulze. [18]

Další součástí mléčných lipidů jsou steroly, z nichž nejrozšířenější je cholesterol, v menší míře ergosterol (prekurzor vitamínu D₂) a v malé míře fyziologicky účinné tokoferoly (vit. E). [18]

Sušený mléčný tuk je velmi čistý mléčný prášek obsahující méně než 1 % vlhkosti a minimálně 99,9 % mléčného tuku. Nízký obsah vlhkosti umožňuje dlouhou trvanlivost, při vhodném zabalení může být uskladněn i po několik měsíců při pokojové teplotě. [3]

2.2.1.2 Rostlinné tuky

Používají se jako náhražky mléčného tuku, např. bavlníkový, sójový, arašídový, palmový, kukuřičný a kokosový olej. [11]

Surový rostlinný olej se získává ze semen a nebo plodů přímou extrakcí rozpouštědlem, lisováním nebo kombinací obou způsobů. Sójový, slunečnicový a bavlníkový olej je převážně tvořen kyselinou linolovou, jádra podzemnice olejné obsahují až 50 % kyseliny laurové, palmový olej obsahuje převážně kyselinu olejovou a palmitovou a řepkový olej 55 až 60 % kys. olejové, 20 až 25 % linolové a 10 až 12 % linolenové. [21]

Rostlinné tuky na rozdíl od mléčných neobsahují cholesterol, a pokud není během výroby přidán máslový olej, vznikají sýry, které neobsahují cholesterol. [11] Cholesterol je nejvýznamnější sterol u živočichů, je složkou membrán, prekurzor steroidních hormonů

a vitamínu D, ale jeho vysoký příjem může vést k ateroskleróze a kardiovaskulárním onemocněním. [22]

Kyseliny linolová (ω -6) a linolenová (ω -3) patří mezi esenciální polynenasycené mastné kyseliny, které si náš organismus neumí vytvořit, a proto se musí přijímat potravou. Jejich hlavní význam spočívá v redukci cholesterolu v krvi a v prevenci srdečně-cévních onemocnění. [22]

Použití rostlinných tuků může dát sýru konzistenci, která umožňuje větší vhodnost k určité aplikaci. Při použití směsí různých typů tuků je celkový vliv na texturní charakteristiky dán průměrem chování jednotlivých tuků. Úloha tuku v textuře závisí na jeho fyzikálně-chemických vlastnostech. Např. tuk ze sójových bobů propůjčuje CA tvrdost a adhesivitu, ale snižuje jejich kohesivitu a pružnost.[11]

2.2.2 Mléčné proteiny

Hlavním proteinovým zdrojem v mléčných a částečně mléčných sýrových analozích je kasein, obvykle rennet kasein, hlavně v polotvrdých blokových CA. Kaseináty jsou používány hlavně v roztíratelných CA produktech. [1] Rennet kasein a různé kyselé kaseiny se výrazně odlišují ve fyzikálních a chemických vlastnostech. Usušený rennet kasein vykazuje výhody kvůli jeho chuti a stabilitě při skladování. Často se používají různé směsi kaseinů a/nebo kaseinátů.[11]

2.2.2.1 Kasein

Je ve vodě nerozpustná základní bílkovinná složka mléka. Získává se z odtučněného mléka srážením za použití technologických pomocných látek, promýváním a sušením. [10] Z celkového obsahu 3,5 % mléčných bílkovin tvoří podíl kaseinu 2,8 %. [21] Zahrnuje 30 různých frakcí fosfoproteinů, které tvoří hlavní složku disperzní fáze mléka. Jednotlivé frakce tvořené α _S-kaseinem, β -kaseinem, χ -kaseinem a malým množstvím γ -kaseinu spolu tvoří komplexy, které jsou uspořádány do větších částic-micel. Kaseinové micely obsahují kromě kaseinových frakcí i vápník, hořčík, fosfáty a citráty. [18, 20]

Podle použitého způsobu srážení se rozlišuje sladký a kyselý kasein. Kyselý kasein je srážen z odstředěného pasterovaného mléka zvýšením jeho kyselosti přidávkou kyselin (kyselinou sýrovou, solnou, mléčnou). [8, 19, 21]. Získaný koncentrát obsahuje prakticky pouze kaseinovou frakci mléčné bílkoviny. Mléčný tuk, cukr, popeloviny a voda jsou obsaženy jen ve stopovém množství. [9, 19] Při použití se využívá jeho nutriční hodnoty a bobtnavé vlastnosti. Sladký kasein je srážen z odstředěného mléka působením syřidel, především na bázi enzymů chymozinu a pepsinu. Obsahuje pouze kaseinovou bílkovinnou frakci.[9]

Často používaný rennet kasein se získává rennet koagulací odstředěného mléka při normálním pH. Vzniklá sraženina je rozbita mícháním a zahřátím na 55 až 65°C přímou párovou injekcí po dobu 1 až 2 min. Dále se sraženina odděluje od syrovátky [3], promýváním se odstraňuje laktosa, koncentrovaná sraženina se centrifuguje a suší. [1] Získaný rennet kasein je nerozpustný ve vodě, na rozpustný se může převést použitím polyfosfátů. [3]

Rennet je enzym izolovaný ze čtvrtého telecího žaludku. Koagulační efekt rennetu je důsledek vysoce specifické proteolytické reakce, která tvoří kaseinové micely citlivé k agregaci v přítomnosti vápenatých iontů. [3]

2.2.2.2 Kaseináty

Jsou rozpustné formy kaseinu s vlhkostí ~5 %. [3]

Vznikají rozpuštěním kaseinu podle druhu v různých zásadách, solích nebo kyselinách, poté jsou tyto roztoky většinou sušeny. Využívají se především pro své schopnosti vázat vodu, emulgovat tuk a také pro svou nutriční hodnotu. [9]

Nejčastěji se vyrábí kaseinát sodný, který má vynikající emulgační schopnosti, výbornou pěvivost, vysokou vaznost vody a vysokou nutriční hodnotu. Výroba je založena na tom, že vysrážený a vypraný kyselý kasein je rozpouštěn v roztoku hydroxidu sodného na kaseinát sodný, který se suší. [8, 18]

Také vápenaté kaseináty jsou široce používány při výrobě CA. [11]

Při použití kaseinátu sodného namísto kaseinátu vápenatého dochází k zvýšení pH, snížení pevnosti, zvýšení stupně emulsifikace a kaseinové disociace. [11]

2.2.2.3 Syrovátkový protein

Získává se srážením syrovátky (vedlejší produkt při výrobě sýrů, tvarohů a kaseinů) teplem, obvykle při 90°C. [19] Dále ultrafiltrací, při které se bílkoviny získávají ve formě koncentráту, obsahujícího bílkoviny v nedenaturovaném stavu [9] nebo gelovou chromatografií, kdy získané bílkovinné koncentráty jsou velmi čisté a zachovávají si všechny biologické a nutriční vlastnosti. [Ac]

Syrovátková bílkovina je tvořena především β -laktoglobulinem a albuminy (α -laktalbumin, sérový albumin), což jsou nejhodnotnější živočišné bílkoviny, neboť jsou stoprocentně stravitelné. Jsou zdrojem tělesné bílkoviny, a proto pro výživu a růst nepostradatelné. [19, 20] Syrovátkové bílkoviny jsou fyziologicky cennější než kasein pro vysoký obsah aminokyselin, z nich zejména cystin a cystein, které obsahují síru. [9]

Využívá se zejména pro své emulgační vlastnosti a schopnost želatinizace. [8]

Syrovátkové proteiny se v CA příliš často nevyužívají kvůli negativnímu dopadu na tekutost. Využívají se pouze v aplikacích, kde produkty odolné k tekutosti jsou vyžadovány např. jako sýry v burgerech, kdy se přidává ~1-3 % syrovátkových proteinů. Nepříznivý efekt na tekutost je způsoben jejich tepelně indukovanou denaturací a agregací při zahřívání CA během přípravy nebo následného vaření. [1]

2.2.3 Rostlinné proteiny

Rostlinné proteiny jako sójový, bavlníkový, z burského oříšku nebo z hrachu se používají jako náhražky kaseinu u CA, které jsou nižší jakosti. Při jejich použití dochází k běžným vadám, mezi které patří snížená elasticita, přilnavost, zhoršená tekutost a roztažnost, [1] které se zvyšují s množstvím přidávaných rostlinných proteinů. [11]

Při využití sójových proteinů se musí dávat pozor, protože sójové proteiny se významně liší od mléčných proteinů v molekulárních a funkčních vlastnostech. Mají o mnoho větší molekuly, obsahují komplexní kvartérní struktury a na rozdíl od kaseinu neobsahují fosfoproteiny. [11]

Pro zlepšení funkčních vlastností se využívají různé modifikace s proteasami. [11]

2.2.4 Škroby

Škroby přírodní i modifikované se používají v CA k částečnému nebo úplnému nahrazení kaseinu a tím ke snížení nákladů na jejich výrobu. Komerčně se nejčastěji používá přírodní

kukuřičný škrob, škroby z dalších zdrojů (bramborový, rýžový, pšeničný škrob a škrob z voskové kukuřice) jsou používány méně často. Typicky se přidávají v množství 2-4 % (w/w), aby nahradily přibližně 10-15 % celkového kaseinu. [1, 15] Příklad vlivu druhu a úrovně přidaného škrobu na složení LMMCA je uveden v tabulce 2.

Tab. 2 Složení sýrového analogu nízkovlhkostní Mozzareilly s a bez obsahu škrobu. [1]

Složení	Analog nízkovlhkostní Mozzareilly		
	bez škrobu	s bramborovým škrobem	s kukuřičným škrobem
vlhkost (% w/w)	49,6 (3,26)	50,8 (0,83)	50,1 (1,17)
tuk (% w/w)	28,0 (2,67)	25,5 (0,62)	26,5 (2,43)
protein (% w/w)	16,8 (0,86)	14,6 (0,04)	14,1 (0,44)
Ca (mg g ⁻¹ proteinu)	32,6 (0,98)	33,1 (2,4)	33,8 (3,42)
P (mg g ⁻¹ proteinu)	24,4 (0,48)	27,1 (3,11)	26,4 (0,83)
přidaný škrob (% w/w)	—	34,8	5,1

Data ukazují středy dvou paralelních stanovení. V závorkách jsou uvedeny standardní odchylky.

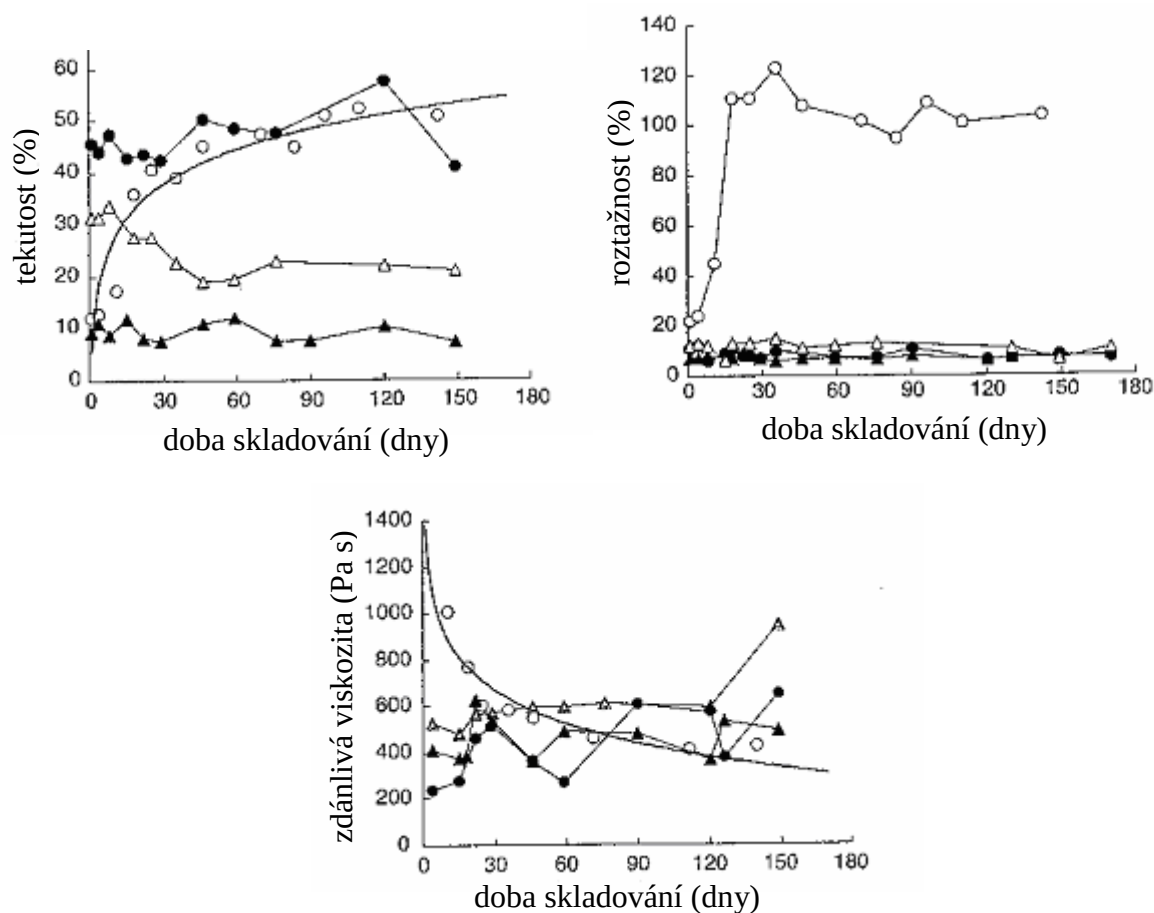
Škrob je zásobní polysacharid rostlin a skládá se ze dvou polymerů amylosy a amylopektinu. Amylosa je rozpustná ve vodě a je tvořena dlouhými nerozvětvenými řetězci glukosových jednotek, amylopektin je ve vodě nerozpustný a je tvořen větvenými řetězci glukosových jednotek. Je nejvýznamnějším zdrojem sacharidů pro člověka. [22]

Přírodní škrobová zrna jsou nerozpustná ve studené vodě, ale se stálým zahříváním tyto zrna bobtnají a vstřebávají vodu. Pre-gelatinizované škroby jsou modifikované škroby, které jsou rozpustné ve studené vodě, a které mají okamžité viskózní účinky. Oba druhy těchto škrobů mají tendenci k retrogradaci při chlazení. Voskové škroby vyvíjejí viskozitu bez gelových charakteristik [23]

Vliv škrobů na fyzikální vlastnosti imitovaného sýra je ovlivněn obsahem amylosy, schopností bobtnat, tvarem a velikostí škrobového zrna. Škroby s vyšším amylosovým obsahem (kukuřičný, pšeničný, bramborový) zvyšují pevnost a křehkost, ale redukují tekutost a tavitelnost CA, na rozdíl od toho škroby s nižším obsahem amylosy redukují tvrdost (obr. 2). [15]

Typ a úroveň přidaného škrobu má vliv i na funkční vlastnosti CA. [23] Žádoucí rheologické chování je možné získat vhodnou kombinací škrobů. Předpokládá se, že přírodní škrob funguje jako inertní náplň v časných nízkoteplotních úrovních výroby vedoucí ke zvýšené schopnosti vody hydratovat kasein a k zlepšení jeho tukově-emulsifikačních vlastností. Při přidání většího množství hydratovaných škrobových částic došlo ke zhoršení rheologických vlastností imitovaného sýra vztahujících se k tekutosti při zahřívání. [15]

Při celkové náhradě kaseinu přírodním pšeničným škrobem nebo pre-gelatinizovaným kukuřičným škrobem měly CA při zahřívání prakticky nulovou tavitelnost. CA vyrobené z přírodního rýžového škrobu měly nejlepší tavící vlastnosti ze všech produktů obsahujících škrob, ale byly měkké pravděpodobně kvůli nízkému obsahu amylosy ve škrobu. [15]



(○) rozehrátý LMMC, (●) LMMCA bez škrobu, (▲) LMMCA s přidáním přírodního bramborového škrobu, (Δ) LMMCA s přidáním kukuřičného škrobu. Složení LMMC odpovídá složení dané tab. 4 a složení LMMCA je dané tab. 2.

Obr. 2 Vliv škrobu na funkční vlastnosti LMMCA během skladování při 4°C. [C]

2.2.5 Tavicí soli

Jsou zdravotně nezávadné kyselé nebo slabě zásadité alkalické soli organických a anorganických kyselin. [19] Slouží jako pufry, emulgátory, neutralizátory a stabilizátory.

Běžně není možné zahřívát sýry za účelem tepelného ošetření na 85°C, protože by došlo k rozdělení směsi na tři fáze, a to na vysráženou bílkovinu na dně, vodní fázi uprostřed a volný tuk na povrchu. Tomuto rozdělení zabráňují tavicí soli, které rychle rozpouštějí bílkoviny a zamezují tak jejich srážení a také současně zajišťují výměnu Ca^{2+} iontů za Na^+ popř. K^+ ionty. [9]

Tavicí, neboli emulsifikační soli (ES) mají vliv na chemickou, fyzikální a mikrobiologickou kvalitu produktu. Jejich nejdůležitější funkcí je rozpustit Ca-parakaseinát, oddělit vápník a dispergovat proteiny. Oddělení vápníku z Ca-parakaseinátu probíhá iontovou výměnou obvykle za vzniku Na-kaseinátu. Dále se podílejí na hydrataci proteinů, emulsifikaci tuků, čímž přispívají ke stabilitě emulze. Kontrolují a stabilizují pH a významně ovlivňují tvorbu struktury po zchlazení. [24]

Nejčastěji se používají sodné popř. draselné soli fosforečných kyselin nebo kyseliny citrónové, které musí mít dobré pufrací schopnosti a upravit konečné pH taveného sýra na požadovanou hodnotu. [8] Některé používané tavicí soli jsou uvedeny v tabulce 3.

Tab. 3 Struktura odlišných fosfátů používaných při výrobě analogů sýrových produktů. [2]

Skupina	Struktura
monomery, orthofosfáty	
kyselina fosforečná	
dihydrogenorthofosforečnan draselný	
hydrogenfosforečnan didraselný	
orthofosforečnan tridraselný	
dihydrogenorthofosforečnan sodný	
hydrogenfosforečnan sodný	
orthofosforečnan trisodný	
	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{MO}-\text{P}-\text{OM} \\ \\ \text{OM} \end{array}$
Polymery, lineární polyfosfáty	
difosforečnan tetradraselný	
difosforečnan disodný	
difosforečnan trisodný	
difosforečnan tetrasodný	
	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{MO}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{OM} \\ \quad \quad \\ \text{OM} \quad \text{OM} \end{array}$
trifosforečnan pentadraselný	
trifosforečnan pentasodný	
	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{MO}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{OM} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{OM} \quad \text{OM} \quad \text{OM} \end{array}$
tetrapolyfosforečnan sodný	
	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{MO}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{O}-\text{P}-\text{OM} \\ \quad \quad \quad \quad \quad \quad \\ \text{OM} \quad \text{OM} \quad \text{OM} \quad \text{OM} \end{array}$
hexamethafosforečnan sodný (grahamova sůl)	
rozpuštěné polyfosforečnany sodné	
	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \quad \parallel \\ \text{MO}-\text{P}-\left[\text{O}-\text{P}-\text{O} \right]_n-\text{P}-\text{OH} \\ \quad \quad \quad \quad \\ \text{OM} \quad \text{OM} \quad \text{OM} \end{array}$
nerozpuštěné polyfosforečnany sodné (Madrellsova sůl)	
	$\text{M}_{(n+2)}\text{P}_n\text{O}_{(3n+1)}$
cyklické polyfosfáty	
trimethafosforečnan sodný	
	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{OM} \\ \parallel \quad \diagup \\ \text{O}-\text{P}-\text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{MO}-\text{P}-\text{P}-\text{O} \\ \parallel \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{OM} \end{array}$
tetramethafosforečnan sodný	
	$\begin{array}{c} \text{O} \quad \text{OM} \\ \parallel \quad \diagup \\ \text{O}-\text{P}-\text{O} \\ \diagdown \quad \diagup \\ \text{O} \quad \text{O} \\ \parallel \quad \parallel \\ \text{MO}-\text{P}-\text{P}-\text{O} \\ \parallel \quad \diagdown \\ \text{O} \quad \text{OM} \end{array}$

M: kovový iont (Na, K)

Fosforečné soli váží větší podíl vápníku, čímž zajišťují dobrou roztíratelnost, optimální pH je 6 až 6,3. Citrátové soli jsou spíše kyselé, mají menší schopnost vázat vápník z bílkovin a používají se k získání lomivé konzistence. Nejlepší výsledek se získá při pH 5 až 5,7. [8, 9]

Polyfosfáty, které vznikají kondenzací orthofosforečnanů, mají velkou rozpouštěcí schopnost a zušlechťují strukturu tavených sýrů. Jejich charakteristickým znakem je, že vytváří řídké těsto, které se zpevňuje až po několika hodinách. [9]

Nejčastěji se používají různé směsi citrátů a fosfátů, dávka tavících solí ve finálním výrobku nesmí přesáhnout 3 %. Výběr směsi tavících solí závisí na požadovaných vlastnostech tavených sýrů, na podmínkách a způsobu tavení, chlazení a také na typu balícího zařízení a druhu obalu. Pro provedení optimálního výběru pro daný výrobek je třeba znát vlastnosti jednotlivých tavících solí a jejich účinky. [8]

2.2.6 Hydrokoloidy

Hydrokoloidy, např. jedlé gumy (arabská, xantanová, guarová), karagenany, pektiny a karboxymethylcelulosa stabilizují produkty svojí schopností vázat vodu a tvořit gely. [2]

Mohou být přidávány v maximálním množství 0,8 % (w/w). Při výrobě sýru jsou obvykle přidávány v množství 0,1 až 0,3 % (w/w) ke zpevnění struktury v případě vysokého obsahu vody nebo při nízké konzistenci. Používají se i v aplikacích redukcí pevnosti a k zlepšení roztíratelnosti a vařících vlastností (tavitelnost a tekutost). [2]

2.2.7 Příchutě a jejich zvýrazňovače

Nejdůležitější vlastností sýrových analogů je chuť. [11] CA jsou známy svou slabou a nedostatečnou chutí, která většinou nedosáhne chutě klasického sýra. Proto, aby se CA co nejvíce přiblížily ke svým přírodním protějškům, jsou používány různé chuťové systémy. Některé jsou umělé, jiné mohou být přírodního původu. [25]

Jako zdroj příchutě přírodního původu se užívají enzymově modifikované sýry (EMC), které jsou definovány jako koncentrované sýrové příchutě a jsou produkovány enzymaticky z různě starých sýrů. EMC jsou dostupné v řadě příchutí lišících se v charakteru a intenzitě. Hlavní zdroj jejich sýrové příchuti tvoří volné mastné kyseliny, které se uvolňují při lipolýze. [25]

Přidáním vhodných enzymů a nebo mikroorganismů po tepelném ošetření a umožněním zrání při příznivé teplotě mohou být připraveny CA s téměř kteroukoliv příchutí. Žádoucí příchut se také může získat přidáním proteolytického mikrokoka, lipasy nebo jiných příchutěových kultur. [11]

Chuť hrála důležitou roli, která ovlivnila přijetí CA obsahujících sójové mléko. Použití sójových bobů je limitováno kvůli jejich chuti. Fermentované sójové boby výrazně zvýšily chuť a texturu při porovnání s nefermentovanými, které jsou používány k nahrazení odtučněného sušeného mléka v krémových CA. Také burské oříšky dodávají jemnou chuť a světlou barvu. [11]

Chuť sýrových analogů může být zlepšena i přidáním přírodního sýra. [3]

2.2.8 Vitamínové a minerální přípravky

Vitamíny jsou esenciálními složkami potravin a v lidském organismu vykonávají řadu funkcí. Nejdůležitější z nich je katalytický účinek při látkové přeměně. Nedostatek vitamínů v potravě se projevuje různými poruchami, které se v lehčí formě projevují jako hypovitaminosy a v těžší formě jako avitaminosy. [20]

Vitamíny řady B se společně vyskytují v podobě tzv. B-komplexu, který obsahuje vit. B₁, B₂, B₃, B₅, B₆, B₁₂, H a kyselinu listovou. Jsou součástí enzymů (B₁, B₂, B₆, H) a koenzymů (B₃, B₅) a jejich nedostatek se projevuje poruchami metabolismu bílkovin a cukrů, záněty, nervovými poruchami a poruchami centrální nervové soustavy. Kobalamin (B₁₂) a kyselina listová (B₁₀) se podílejí na krvetvorbě a tvorbě nukleových kyselin a jsou důležité pro činnost centrální nervové soustavy. Jejich nedostatek způsobuje anémie, poruchy růstu a nervové poruchy. [26]

Vitamin A, jehož provitaminem je β -karoten, ovlivňuje tvorbu epitelů, růst kostí a má protizánětlivé a protirakovinné účinky. Při jeho nedostatku dochází k poruchám růstu a šerosleposti. [26]

Minerální látky jsou nezbytnou součástí rostlinných pletiv i živočišných tkání. Vyskytují se v malém množství a mnohé jsou důležitou součástí enzymů. Např. železo je součástí hemoglobinu, myoglobinu a cytochromů a jeho nedostatek způsobuje chudokrevnost. Při nedostatku zinku se objevuje anémie a poruchy růstu. [26]

Vitamíny se do CA přidávají pro zvýšení nutriční hodnoty, ale nejsou jejich hlavní součástí.

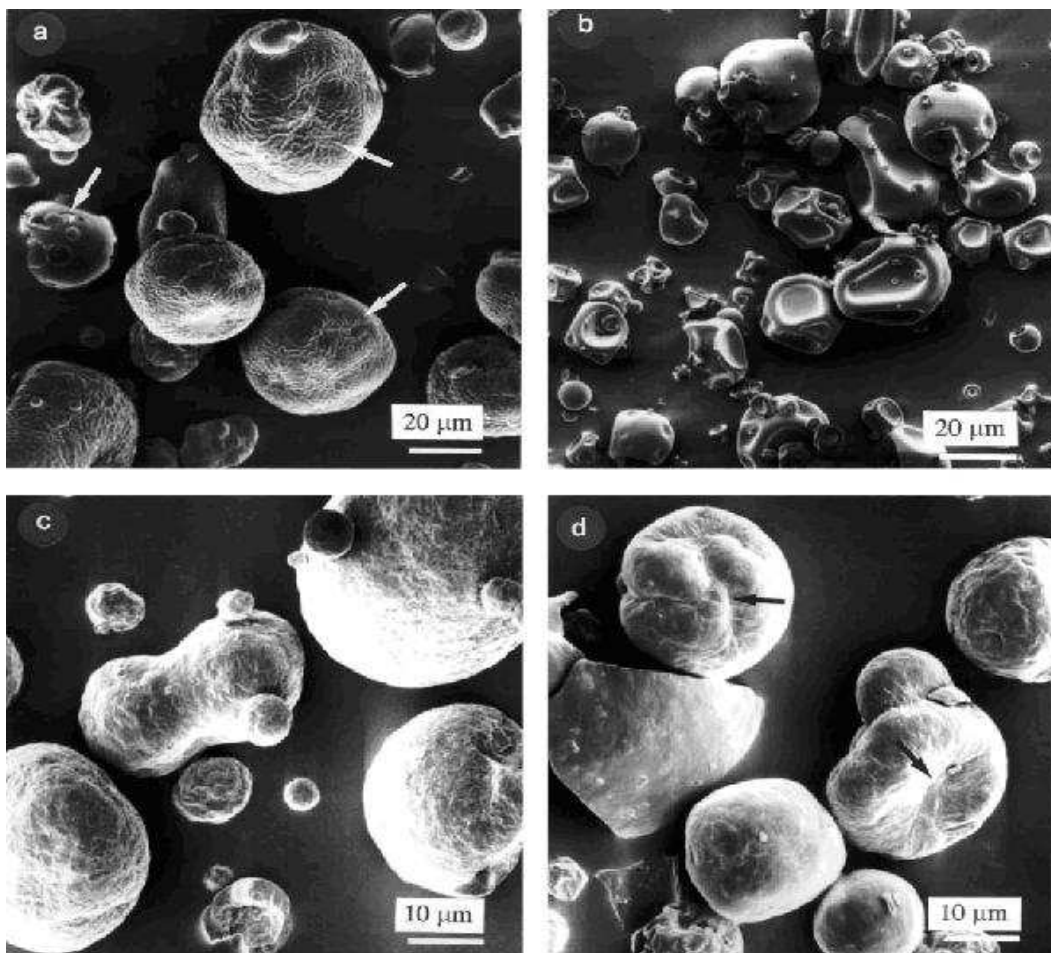
2.3 Mikrostruktura sýrových analogů

Sýr je složitý, multikomponentní koloidní systém, jehož mikrostruktura vzniká spoluprací rovnováhy a soutěživých molekulárních interakcí mezi jednotlivými chemickými složkami a dává sýru charakteristické vlastnosti. Všechny změny ve složení mají za následek rozdílné uspořádání struktury a odlišné texturní charakteristiky. Texturní charakteristiky sýrů jsou dány kombinací strukturních vlastností proteinové matrice a tukových kuliček. Jestliže je obsah tuku redukován, strukturu sýru tvoří souvislá proteinová matrice. [27]

Mikrostrukturní znaky ingrediencí použitých pro výrobu tavených CA jsou závislé na mnoha faktorech jako je metoda výroby, teplota sušení a celkové chemické složení koncentráту. [28] Interakce mezi ingrediencemi a jejich efektem mohou být studovány skenovací elektronovou mikroskopií (SEM) nebo přenosovou elektronovou mikroskopií (TEM). [11]

Na obr. 3 je ukázána mikrostruktura SEM sušených ingrediencí užívaných pro výrobu sýrových analogů. Pro srovnání jsou zde uvedeny částice sušeného mléčného prášku SMP (obr. 3a). Částice SMP jsou kulovitěho tvaru, většina z nich je na povrchu vrásčitá, ale některé jsou hladké. Částice vysoce proteinového SMP (obr. 3b) jsou na rozdíl od SMP hladké a mají více hranatý vzhled kvůli zhroucení během sušení, avšak dochází k lepení malých částic na větší. Dále jsou na obrázku ukázány částice Simplesse (obr. 3c), které jsou sférické a oddělené, zatímco částice Dairy-Lo (obr. 3d) jsou více vrásčité a z části zhroucené. [28]

Částice Simplesse a Dairy-Lo jsou sušené tukové náhražky, používané při výrobě tavených sýrových analogů. [28]



(a) SMP, (b) vysoce proteinový SMP, (c) částice Simplese, (d) částice Dairy-Lo

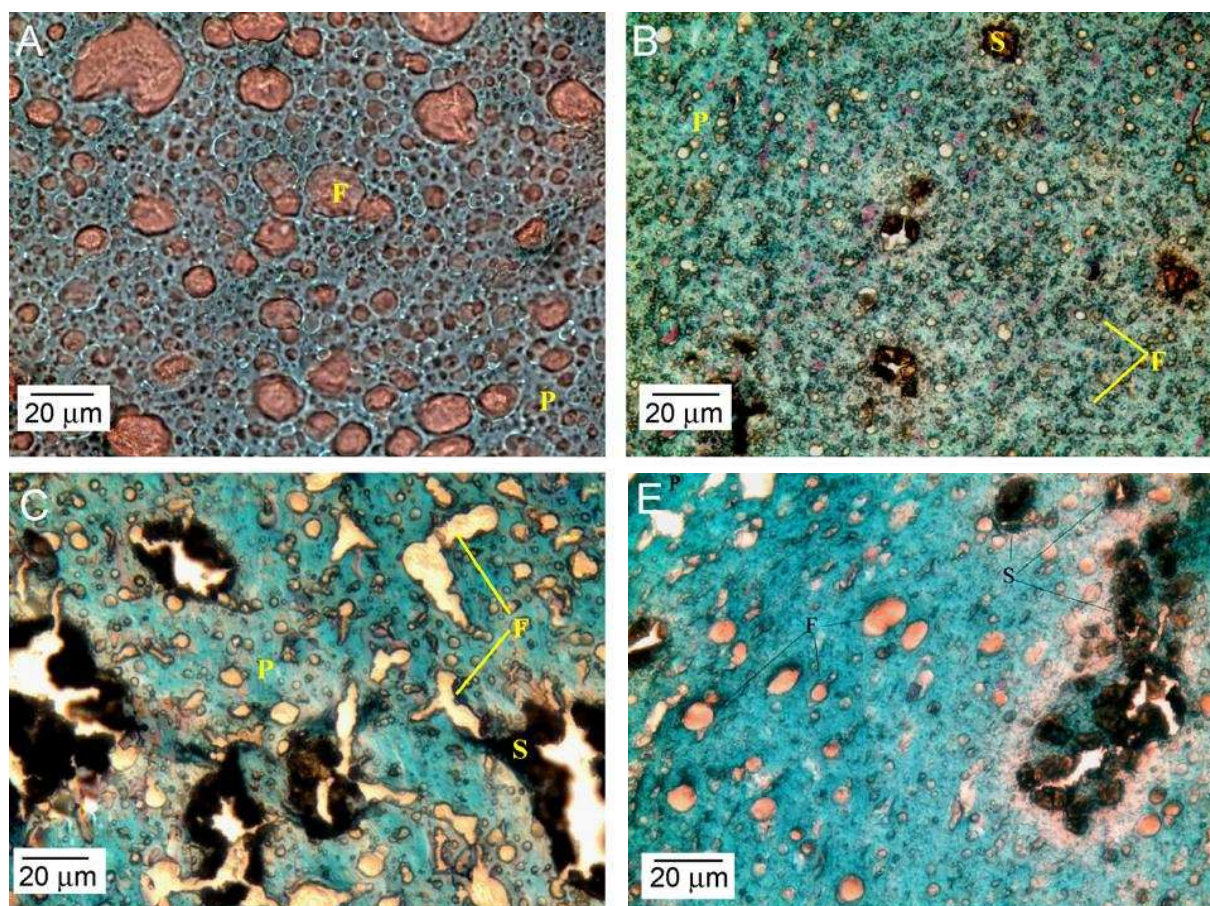
Obr. 3 Mikrostruktura SEM sušených ingrediencí používaných při výrobě tavených sýrových analogů. [28]

Mikrografy sýrů neobsahujících škrob (obr. 4A) ukazují stálou proteinovou matici s rozptýlenými tukovými kuličkami. Velikost tukových kuliček byla od 0,5 do 20 µm. Zahrnutí škrobů ovlivnilo mikrostrukturu sýru způsobem určeným škrobovým typem a úrovní koncentrace. Škrobové částice jsou více viditelné a početnější v sýru s vysokým obsahem škrobu (9,9 % w/w) ve srovnání se sýry s nízkým obsahem škrobu (1,9 % w/w). [23]

Sýry obsahující 9,9 % přírodního kukuřičného škrobu jsou ukázány na obr. 4B, ve kterém se částice shlukují. Škrobové částice byly nepravidelného tvaru (5 až 40 µm) a byly nerovnoměrně roztroušeny v proteinové matici. Tukové kuličky (1 až 15 µm) byly kulovité a rovnoměrně rozmístěné. Imitace sýrů obsahující přírodní kukuřičný škrob měly menší tukové kuličky než sýry neobsahující škrob. [23]

Mikrograf sýrů obsahujících 9,9 % pre-gelatinizovaného škrobu je ukázán na obr. 4C. Škrobové částice byly nepravidelného tvaru a byly přítomné ve velkých skupinách (30 až 60 µm) a přerušily kontinuitu proteinové matrice. [23]

Pro sýry obsahující 9,9 % voskového kukuřičného škrobu byl škrob přítomen v proteinové matici v podobě částic vypadajících lehce nabobtnaně majících tendenci se shlukovat (obr. 4D). Tuk byl rozptýlen v proteinové matici v podobě tukových kuliček, ačkoliv některé byly nepravidelného tvaru. Velikost tukových kuliček byla od 0,5 do 25 µm. [23]



F – tukové kuličky, P – proteinová matrice, S – částice škrobu

(A) sýr neobsahující škrob, (B) sýr obsahující 9,9 % w/w nativního, (C) pre-gelatinizovaného, (D) voskového kukuřičného škrobu.

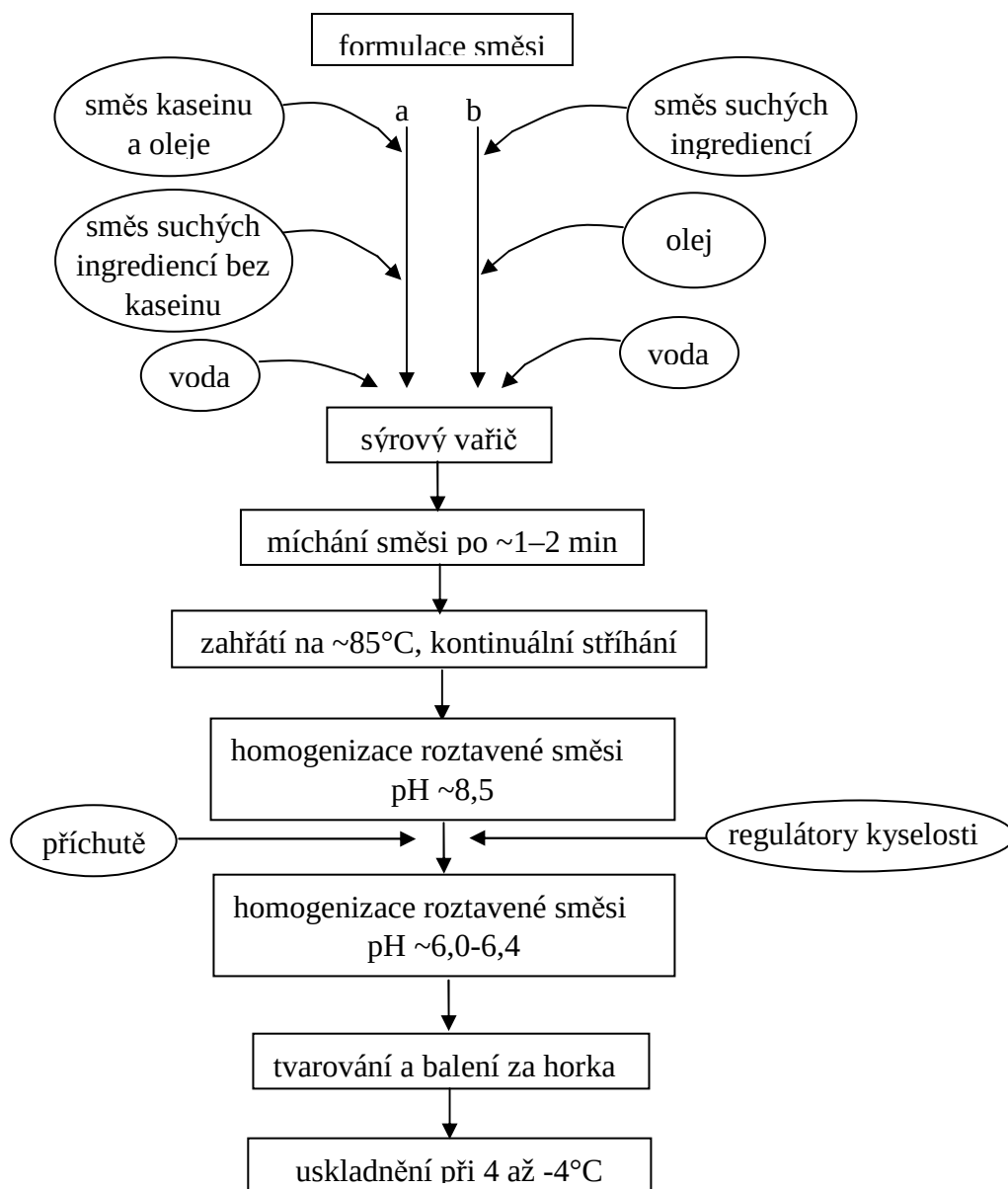
Obr. 4 Světelné mikrofotografie imitací sýrů obsahujících kukuřičný škrob [23]

2.4 Technologie výroby analogů tavených sýrů

Výrobní technologie analogů sýrů je velmi podobná výrobě tavených sýrů. [3] Typický postup výroby je ukázán na obr. 5.

Zatímco se výrobní protokoly liší, typická výrobní procedura zahrnuje následující kroky: [1, 2]

- současné přidání požadovaného množství vody a suchých ingrediencí (např. kasein, emulsifikační soli), přidání části oleje (přibližně 90%),
- zahřívání při teplotě 80 až 90°C pomocí přímé párové injekce (typicky v rychlosti 15 až 20 K min⁻¹),
- současné stálé stříhání dokud není získána uniformní homogenní roztavená hmota (~5 až 8 minut),
- přidání příchuťových látek, regulátorů pH (např. kyselina citrónová) a zbývajícího oleje,
- míchání směsi po další 1 až 2 minuty,
- balení za horka
- chlazení a skladování



*Odlíšné postupy pro přípravu a přidání ingrediencí jsou ukázány jako **a** a **b***

Obr. 5 Typický postup výroby pro sýrový analog nízkovlhkostní Mozzareilly. [1]

2.4.1 Formulace směsi

Směs ingrediencí a výrobní podmínky jsou vybrány tak, aby se dosáhlo požadované struktury, barvy, vzhledu, chutě a trvanlivosti při přijatelných nákladech. [29] Příklad typické formulace LMMCA, která dává sýr s typickým složením, je ukázán v tab. 4.

Pořadí přidávání přísad se mění s praktikami továrny, dále závisí na hydratačních vlastnostech kaseinu, na typu a množství přidaného škrobu, druhu vaříče, celkovém designu, době vaření a konečných vlastnostech produktu.[1]

Jestliže jsou vyžadovány CA s dobrou tekutostí, část oleje se přidává při pokročilém stupni vaření (např. po kaseinové hydrataci), jestliže je kaseinová hydratace pomalá a je použit vaříč s vysokým stříhem. [1]

Tab. 4 Typická formulace LMMCA [B]

Ingredience	Přidané množství (%, w/w)
kasein a kaseinaty	18–24
rostlinný olej	22–28
škrob	0,0–3
emulzifikační soli	0,5–2
příchutě a jejich zvýrazňovače	0,5–3
stabilizátory	0,0–0,50
kyseliny	0,2–0,36
barviva	0,04
konzervační činidla	0,1
voda a kondenzáty	45–55

2.4.2 Předmixování

Předmixování ingrediencí není při výrobě sýrových analogů frekventovaně používáno. Obvykle zahrnuje míchání zahřátého oleje a kaseinu v horizontálních mixérech s motorizovaným jedno nebo dvoubřítým šroubem nebo lopatkou trvajícím typicky přibližně 1 hodinu. [1]

Tento proces redukuje výrobní čas v tavičce během zpracování a tím zvyšuje výkonnost. Také zabraňuje přímému kontaktu kaseinu a vody, ke kterému dochází při přímém přidání ingrediencí do vařiče. Tím se minimalizuje riziko přítomnosti kousků nerozpuštěného kaseinu v konečném produktu, obzvláště když kaseinové částice jsou malé, povrchová oblast je velká a stupeň míchání je nízký. Takové kousky vznikají, když kaseinové částice rychle hydratují s vodou, kdy vytvářejí lepkavou plastickou hmotu, která se lepí na suchý kasein a vytváří nepropustnou vrstvu. [1]

Předmixovaná směs kaseinu a oleje je pumpována do vařiče obsahujícího vodu, emulsifikační soli a další ingredience. Jestliže předmixování není uskutečněno, ingredience jsou přidávány za stálého míchání přímo do vařiče. [1]

2.4.3 Tavení

Je nejdůležitější fází výroby tavených sýrů, kdy důležitou roli hraje výška teploty, doba působení, rychlost míchání a přítomnost tavicích solí. [9]

Tavení probíhá v tavičkách, které jsou vybaveny míchadlem, zařízením pro přímý a nepřímý ohřev parou a zařízením pro registraci teploty. [1, 9] Dále probíhá za stálého míchání, které umožňuje lepší kontakt mezi emulsifikačními činidly a směsí ingrediencí [24], přímým ohřevem parou a u nových zařízení současně i ohřevem do pláště. Současně s ohřevem se zapíná i vývěva, která vytváří podtlak 0,04 až 0,05 MPa, a tím zkracuje dobu záhřevu na danou teplotu. Celková doba tavení je běžně 10 až 15 minut od počátku záhřevu včetně 4 až 5 min. míchání po dosažení požadované teploty ~85°C. [9]

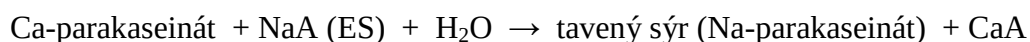
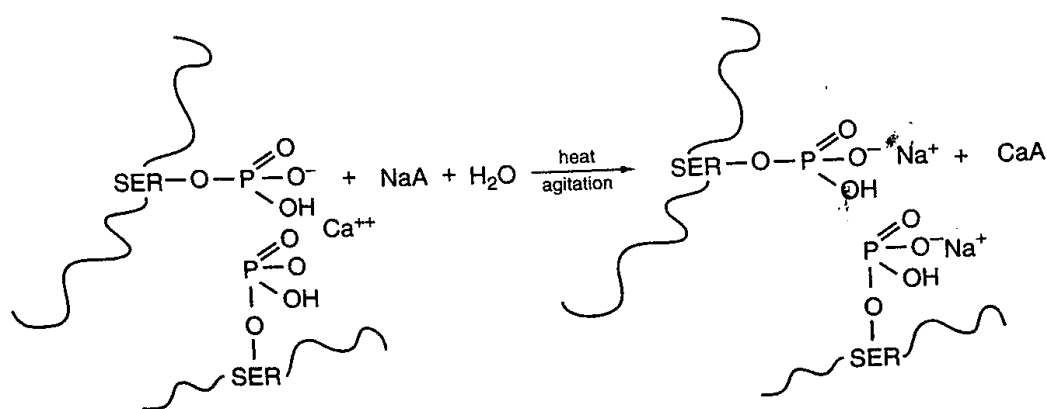
Druh použitého vařiče závisí na strukturních vlastnostech finálního produktu a jeho aplikaci. Vařič, který dává vysoký stupeň stříhu (např. rychlost míchání 250 až 1500 ot/min) je často používán pro výrobu náhražek vysokovlhkostních pasterizovaných sýrových produktů. Vysoký stříh podporuje vysoký stupeň emulsifikace, který zajišťuje krémový pocit v ústech konečného produktu. Vařiče, které zajišťují adekvátní mísení a relativně nízký

stupeň mechanického stříhu (např. rychlost míchání 70 ot/min) jsou použity pro výrobu sýrových analogů, u kterých je vyžadován nízký stupeň tukové emulsifikace. Toto je vyžadováno u polotvrdých (blokových) sýrů pro plátkování a strouhání. [1]

Tavení přispívá k uniformní distribuci všech ingrediencí, rozpuštění emulsifikačních solí, jejich interakci s rennet kaseinem a k následné formaci Na-parakaseinátu z Ca-parakaseinátu, k rozptýlení tuku na kapénky a vytvoření stabilní emulze oleje ve vodě (obr. 6). Také inaktivuje kterékoliv potenciální patogenní sporotvorné mikroorganismy a tím prodlužuje trvanlivost produktu. [1]

Vzniklá tavenina musí být hladká, lesklá, nesmí uvolňovat kapénky tuku, musí mít požadovanou viskozitu, nesmí se „trhat“ ani lepit na obal. [8]

Požadované konzistence se kromě optimální hodnoty pH dosahuje vhodnou teplotou tavení a dobou výdrže při této teplotě. Čím rychleji se surovina taví, tím rychleji probíhá krémování a vytužování taveniny. [8]



A – fosforečnan nebo citrát

Obr. 6 Chemická reakce během výroby taveného sýra [24]

2.4.4 Přídavek regulátorů kyselosti a příchutí

Kyseliny jsou přidávány, aby zvýšily pH CA na hodnotu, která je požadována v konečném produktu. [1]

Přídavek kyseliny na konci výroby spíše než na začátku zajišťuje vysoké pH (~8 až 9) ve směsi během zpracování. Tato procedura je žádoucí ve výrobě CA, kde je hlavní přísadou nerozpustný rennet kasein. [1]

Vysoké pH během zpracování přispívá k vyšší oddělitelnosti vápníku z rennet kaseinu účinkem emulsifikačních solí. Oba faktory zprostředkovávají přeměnu Ca-parakaseinu na Na-parakasein, který váže vodu a emulguje rostlinný olej. [1]

Redukováním pH směsi během zpracování se zvyšuje čas vyžadovaný pro zformování CA a pravděpodobně ovlivňuje i jeho vlastnosti (např. pevnost, rozpustnost). [1]

Výsledné pH u roztíratelných tavených sýrů by mělo být nejlépe v rozmezí 5,8 až 6,0 a u polotuhých a tuhých v rozmezí 5,6 až 5,7. [8] Tavený sýr s nižším pH má konzistenci pevnější než ten samý výrobek s pH vyšším. [9]

Příchutě se přidávají na konci výrobního procesu, aby se minimalizovala ztráta příchutí těkavých látek. [1]

2.4.5 Homogenizace

Je mechanická operace, která se používá k roztříštění tukových kuliček na jemné disperzní částice, a tím zabraňuje samovolnému vystupování vrstvy tuku na povrch. [9]

K homogenizaci se používají homogenizátory, což jsou vysokotlaká pístová čerpadla, která pracují pod tlakem asi 25 MPa a protlačují tuk úzkou štěrbinou nebo dýzou homogenizační hlavy. Přitom dochází ke zmenšení tukových kuliček na mnoho malých kuliček požadované velikosti, a tím k zvětšení fázového rozhraní. [8, 21] Vlivem velkých smykových sil se tukové kuličky protahují do tvaru vláken, jež se v zápětí mění na řetízky a shluky drobných tukových kuliček, které se za homogenizační hlavou náhlým poklesem tlaku, rychlosti a vířivého pohybu rozpadnou a rozptýlí. [8, 9]

Homogenizace zlepšuje konzistenci, strukturu, vzhled a chuť tavených sýrů. Rovněž zlepšuje stabilitu tukové emulze snížením velikosti tukových kuliček. [24]

Doporučuje se jenom pro směsi s vysokým obsahem tuku, protože zvyšuje výrobní náklady a náklady na údržbu. [24]

Určitá aditiva nebo koření musí být přidány až po homogenizaci, aby si zachovaly svou původní formu. [24]

2.4.6 Balení

Horká tavenina se nalévá do formovacích a balících strojů, které ji automaticky zabalí. Teplota před balením by měla u většiny tavených sýrů poklesnout pod 65 až 70°C, aby nedošlo k poškození konzistence hotového sýra. Po zabalení se opatřují etiketou, vkládají do kartónových krabic a vychladí. [8]

Plněním sýrů do obalů za horka se předchází mikrobiologické kontaminaci. [29]

Na balení sýrů se jako obaly používají sýrařské vosky a parafíny, plastické fólie, nátěrové plastické hmoty a běžný nebo upravený celofán. Obvykle jsou baleny do laminátových fólií, tub, plechovek, plastových nádob (kelímky, vaničky) nebo do plastových střev (tzv. salámků). [21, 24]

Všechny obalové materiály musí být zdravotně nezávadné a nesmí dodatečně ovlivnit organoleptické vlastnosti sýra, nesmějí propouštět světlo, vzduch, vodní páry, cizí pachy a musí být odolné proti růstu mikroorganismů. [9, 21]

Nejčastěji používaný obal pro tavené sýry je hliníková fólie ve tvaru trojúhelníků, čtverečků nebo hranolků. [9, 14]

Sýry zabalené do plechovek a střev se používají k uzení (nejčastěji tekutým kouřem, kde na ně nepůsobí karcinogenní látky). [14, 24]

2.4.7 Chlazení a uskladnění

Metoda a intenzita chlazení závisí na typu taveného sýra. Bloky jsou chlazeny pomalu, zatímco chlazení roztíratelného taveného sýra by mělo být co nejrychlejší. [24]

Rychlost chlazení ovlivňuje výslednou konzistenci sýrů. Čím pomaleji se chladí, tím tužší konzistence se získá. [8]

Uskladňuje se v rozmezí teplot 5 až 10°C. [24]

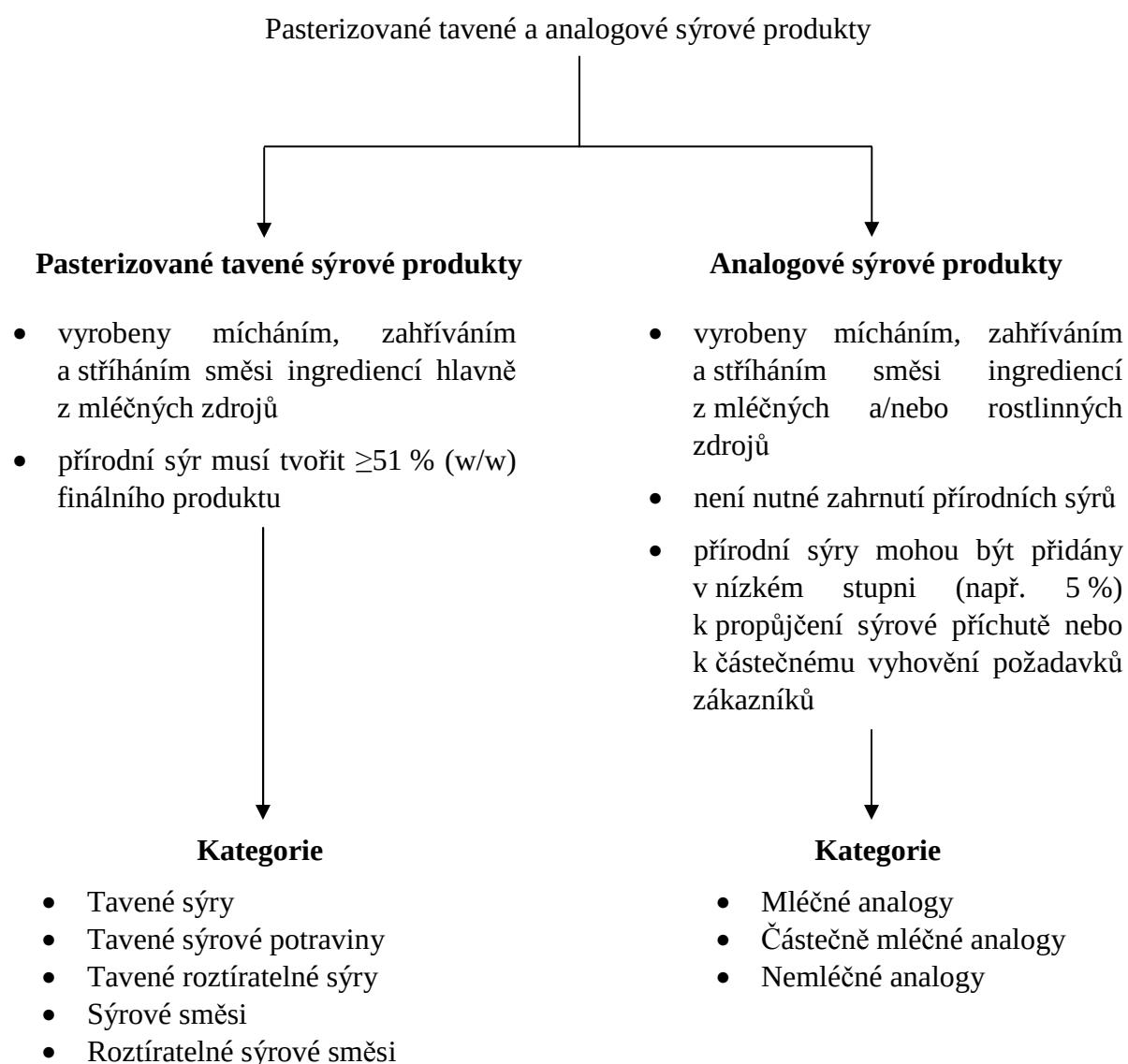
Tavené sýry nejvyšší kvality mají trvanlivost několik měsíců. Trvanlivost závisí na obalu, do kterého je sýr zabalen. Je-li zabalen do plastických fólií, jeho trvanlivost je 3 až 4 měsíce. Sýry uložené v kovových konzervách nebo v tubách mohou mít trvanlivost delší. [29]

2.5 Porovnání sýrových analogů s klasickými sýry

Sýrové analogy se od klasických sýrů liší především ve složení. Základní suroviny pro výrobu klasických tavených sýrů jsou mléčný tuk, mléčné proteiny, laktosa a sýrový základ, naproti tomu mezi základní suroviny pro výrobu analogů tavených sýrů patří mléčné a/nebo rostlinné proteiny, mléčný tuk, rostlinné tuky a škroby. Klasické sýry se do sýrových analogů přidávají pouze jako příchuťová látka. [2]

Výrobní proces klasických tavených sýrů a tavených CA se nijak zvlášť neliší. Oba procesy zahrnují výběr vhodných surovin, jejich rozmělnění, míchání, zahřívání a tavení za přídavku tavících solí, regulátorů kyselosti, dalších přídatných látek a následné balení za horka a chlazení. [1,24]

Porovnání sýrových analogů s pasterizovanými tavenými sýry PCP je uvedeno na obr. 7



Obr. 7 Schéma zobecněné klasifikace pro PCP a AC produkty [2]

Podobnost s PCP zahrnuje: [2]

- užití velkého množství běžně používaných ingrediencí, zahrnující emulsifikační soli, stabilizátory, nesýrové mléčné ingredience, barviva, příchutě a jejich zvýrazňovače,
- podobnou výrobní technologii zahrnující proces zahřívání a stříhání ke vzniku směsi a následné plnění za horka, balení a chlazení,
- podobnou mikrostrukturu, která může být obecně popsána jako emulze typu olej ve vodě O/V, stabilizovanou hydratovanými (para)kaseináty,
- absence zrajícího času
- rozmanitost textury, chutí, vlastností při vaření a balících formátů
- použití obou jako alternativy přírodních sýrů
- využití v podobných aplikacích

Porovnání složení komerčního vzorku LMMC s LMMCA (tab. 5) ukazuje, že LMMCA má nižší proteinový obsah, vyšší koncentraci vlhkosti a tuku a vyšší poměry vápníku a fosforu k proteinu, které jsou způsobeny použitím rennet kaseinu a zahrnutím Na-P-emulsifikačních solí během výroby. [1]

Tab. 5 Hlavní složení velkoobchodního vzorku nízkovlhkostní Mozzarely a sýrového analogu nízkovlhkostní Mozzarely. [1]

Složení	Sýrový typ	
	LMMC	LMMCA
vlhkost (% w/w)	46,4 (44,1–49,5)	49,3 (40,4–52,5)
tuk (% w/w)	23,2 (20,5–25,0)	25,6 (22,0–29,9)
protein (% w/w)	26,0 (24,04–29,8)	17,4 (13,8–21,3)
sůl ve vodě (% w/w)	3,1 (2,0–3,6)	3,7 (2,5–4,9)
tuk v sušině (% w/w)	44,6 (40,6–52,1)	50,6 (44,5–56,8)
voda v tukuprosté hmotě (% w/w)	60,5 (57,3–60,3)	66,3 (55,0–70,3)
Ca (mg g ⁻¹ proteinu)	27,3 (22,6–31,1)	33,9 (31,4–38,2)
P (mg g ⁻¹ proteinu)	20,6 (17,1–23,6)	26,9 (23,47–36,0)
pH	5,53 (5,33–5,69)	6,36 (6,1–6,62)

Prezentované hodnoty jsou středy hodnot dat z 9 vzorků LMMC a 16 vzorků LMMCA. Hodnoty v závorkách udávají minimální a maximální hodnotu.

Vliv nahrazení mléčného tuku rostlinnými tuky a/nebo mléčných proteinů rostlinnými proteiny nebo škrobem na fyzikálně-chemické vlastnosti závisí na jednotlivých druzích nahrazujících surovin a na jejich přidaném množství. Obecně lze říci, že při přidání syrovátkového proteinu dochází ke snížení tekutosti a při použití rostlinných proteinů se snižují téměř všechny fyzikálně-chemické vlastnosti. U použití škrobu dochází ke snížení roztažnosti a tavitelnosti, další charakteristiky závisí především na druhu škrobu. [1, 11, 15]

Volbou vhodných surovin lze tedy dosáhnout podobných a nebo stejných fyzikálně-chemických vlastností jako u klasických sýrů. [2]

Mikrostruktura sýrových analogů se od klasických sýrů odlišuje ve velikosti a uspořádání tukových kapiček. Pomocí SEM studie bylo zjištěno, že se v CA vyskytují seskupení lipidů, zatímco přírodní sýry mají uniformní disperzi tukových kapiček. [11]

2.6 Trh se sýrovými analogy v ČR

Trend výroby analogů sýrů je celosvětový, netýká se pouze ČR. [12] V ČR se ročně vyrobí kolem 107 tis. tun sýrů. Analogy tvoří asi 10 % z výroby tavených výrobků a jen desetiny % z výroby přírodních sýrů. [30] Patří tedy k současnému sortimentu a mají své místo na trhu jako konkurenti svých „mléčných sourozenců“. [12]

Se sýrovými analogy se v České republice můžeme setkat především v nabídce hypermarketů a supermarketů, kde se nacházejí společně v jednom regále s pravými sýry. Dále jsou často nabízeny v některých restauracích, zejména pizzeriích. [31]

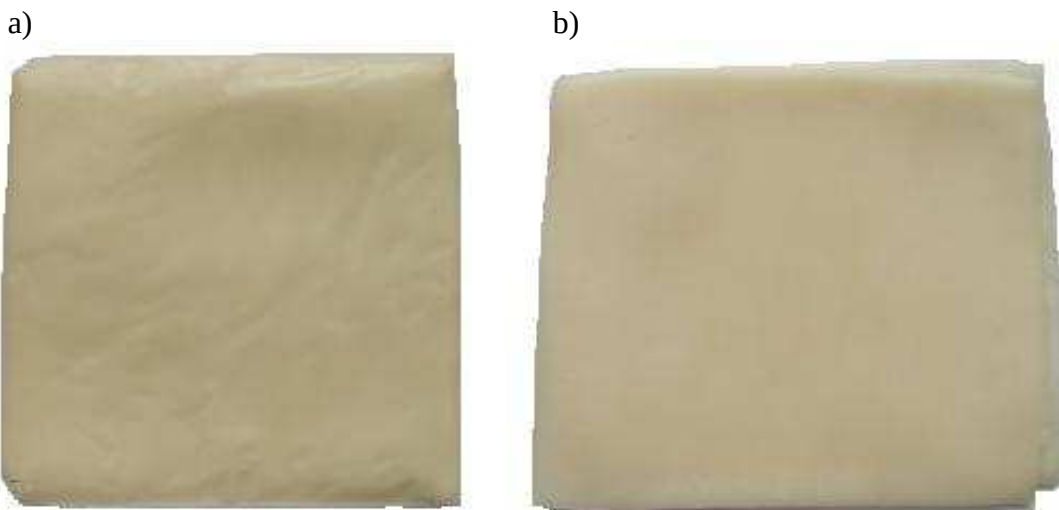
Největší problém je ve vnímání, kdy většina občanů ČR považuje analogy za něco špatného a nechutného, přestože většina tavených sýrových analogů není chuťově odlišitelná od pravých sýrů. [30] Toto vnímání je nejspíše ovlivněno nezahrnutím sýrových analogů do české legislativy a klamavým označováním těchto „sýrů“, které jsou často vydávány za pravé sýry a spotřebitelé většinou netuší, že si nekupují pravý sýr, ale analog. [12]

Většina výrobců tyto sýry balí do stejných obalů jako pravé sýry (obr. 8). V deklaracích na obalu sice správně uvedou: Tavený výrobek nebo potravinový výrobek, ale na přední stranu obalu, kde je uvedeno obchodní jméno, napíší pouze: „Jemný tavený“, ale už neuvedou „co“. [12] Toto označování je spotřebiteli považováno za klamavé. Další velkou roli hraje i cena, kdy sýrové analogy jsou levnější a jestliže je restaurace vydávají za klasické sýry, spotřebitelé tak nejen podvádějí, ale i okrádají. [31]



Obr. 8 Rozdíly v označení tavených sýrových analogů a tavených sýrů. [32]

Praxe používání sýrových analogů v restauracích je o to horší, že spotřebitel je odkázán pouze na chuťový a čichový vjem z pokrmu bez možnosti zjištění rozlišující informace na obalu výrobku jako je u klasického prodeje v obchodě. [31] Že na první pohled je skoro nemožné rozlišit pravý sýr od sýrového analogu je ukázáno na obr. 9.



(a) Apetito tavené plátky s ementálem, (b) Plátkový polotvrdý sýr Eidam

Obr. 9 Porovnání analogu s pravým sýrem

Málokterý spotřebitel tedy uzná, že ve skutečnosti jsou sýrové analogy pro konzumaci prospěšnější a pro lidský organismus zdravější. Podle zásad zdravé výživy by totiž měla být ve stravě třetina obsahu tuku živočišného původu a dvě třetiny rostlinného. Potraviny, které těmto zásadám vyhovují, zcela jistě nelze degradovat na „náhražky“, ale naopak jde o plnohodnotné potraviny, které mají kromě dietetické výhody také tu, že jsou levnější, právě kvůli obsahu rostlinné složky. [33]

Sýrové analogy se v České republice vyrábějí z mléčných proteinů a nahrazením mléčného tuku rostlinnými oleji i za použití škrobů jako náhrady mléčných bílkovin. Během výroby se přidávají nejrůznější příchuťové ingredience jako např. koření, natěvá zelenina, červená paprika, šunka, smetana nebo přírodní sýry, pro uspokojení různých požadavků spotřebitelů. Plátkové tavené analogy bývají pro snazší použití baleny po jednotlivých plátcích. Jejich hlavní využití je podobné jako v USA, používají se především v pizzeriích, rychlém občerstvení, burgerech nebo jako pomazánky na pečivo. [16, 34, 35]

V ČR jsou sýrové analogy vyráběny např. firmou TPK-Hodonín pod obchodní značkou JAVOR, Apetito a Maratonec, dříve používané pouze pro tavené sýry. [34] Společnost Pribina dodává na trh sýrový výrobek obalený ve strouhance pod označením Lidový Smažák nebo před smažením trojhránky se šunkou. [36] Dále sýrové analogy vyrábí sýrárna Bel Sýry Česko v Želetavě (např. OLYMPIC, RODINKA, Vintíř) nebo společnost SYRMEX (Taveňáček, Sýrový krém). [37, 38] Také cateringová společnost Svět sýrů nabízí ve svém sortimentu sýrové analogy např. pod označením tvrdý blok, tavené plátky a jemný tavený výrobek Maratonec. [36] Dále se v obchodech vyskytují pod označením Eidam Alternative (řecké provenience), Nový eidam, Cihla na smažení, Uzený Alternative. Některé analogy sýrů nabízené v ČR jsou ukázány na obr. 10.

V jídelních lístcích jsou obvykle jako sýry deklarovány např. Ambra, Mistr Pizza à la mozzarella, Caloger pizza, Alternative, Pizza Mia – sýrový výrobek, Sir na pizzu, Mozzarella Caloger, které jsou vyrobeny z rostlinného tuku. [31]

a)



b)



c)



d)



Sýry vyráběné společnostmi (a) Bel Sýry Česko, (b) TPK-Hodonín, (c) SYRMEX, (d) cateringovou společností Svět sýrů

Obr. 10 Sýrové analogy dostupné na trhu ČR [34, 35, 37, 38]

3 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo prostudovat odbornou literaturu zaměřenou na problematiku surovin vhodných pro výrobu tavených sýrových analogů a jejich vlivu na fyzikálně chemické a organoleptické vlastnosti.

Sýrové analogy jsou náhražky přírodních sýrů, při jejichž výrobě je mléčný tuk nebo mléčná bílkovina zcela nebo z části nahrazena nemléčnou složkou, nejčastěji rostlinného původu.

Díky použití rostlinných tuků při výrobě jsou sýrové analogy levnější než klasické sýry a tím se stávají dostupnějšími pro všechny spotřebitele, také neobsahují mléčný cukr laktosu, a proto jsou vhodné i pro spotřebitele trpící laktosovou intolerancí.

Nahrazením mléčných tuků rostlinnými oleji dochází ke vzniku typických texturních defektů, ke zhoršení tavicích vlastností a ke vzniku nedostatečného aroma a chuti, ale přispívá k zdravějšímu poměru nasycených/nenasycených tuků v sýru a k výrobě sýrů s nízkým obsahem cholesterolu.

Texturní defekty mohou být minimalizovány vhodnou volbou a kombinací surovin, kdy vznikají analogy téměř identické chuti a struktury jako mají pravé sýry. Volbou vhodného poměru rostlinných tuků a mléčného tuku, mléčných proteinů a rostlinných proteinů nebo škrobů se také mohou získat sýry různých konzistencí a vlastností přizpůsobených pro použití v určitých aplikacích.

Technologický proces výroby sýrových analogů se velmi podobá výrobě klasických tavených sýrů. Zahrnuje výběr ingrediencí, jejich homogenizaci, tavení, přidání regulátorů kyselosti a aditiv, balení a chlazení. Největší vliv na konečné vlastnosti taveného sýra mají emulsifikační soli, které zajišťují uniformní distribuci částic a tím se podílejí na tvorbě struktury a konzistenci sýra. Velkou roli hraje také přidání příchutí a jejich zvýrazňovačů, bez kterých by neměly téměř žádnou sýrovou chuť.

Sýrové analogy mají své místo na českém trhu, kde zaujímají necelých 10 % z celkové výroby sýrů. Prodávají se tavené, plátkové i blokové a jsou k dostání v celé řadě variací chutí. Většina občanů České republiky netuší, že sýrové analogy existují a co je to za výrobky, ale převážná většina z těch, co o nich vědí je považují za špatné a nechutné. Toto mínění je nejspíše ovlivněno nesprávným a nebo neúplným označením a jejich vydáváním za pravé sýry. Tento problém by se mohl zlepšit zahrnutím sýrových analogů do české legislativy a zavedením označování, které by je odlišilo od klasických sýrů na první pohled a ne až po přečtení složení uvedeného na obalu. Pak by si tyto výrobky mohly získat oblibu u některých skupin spotřebitelů, kteří by ocenili především jejich nižší cenu, nižší obsah tuku a cholesterolu.

Tato bakalářská práce bude použita jako teoretický podklad pro navazující diplomovou práci, která se bude zabývat problematikou analýzy sýrových analogů.

4 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

1. ROGINSKI, H., FUQUAY, J. W., FOX, P. F.: *Encyclopedia of Dairy Science*. London: Academic Press, 2002. pp. 428-434. ISBN 0-12-227235-8
2. GUINEE, T. P., CARIC, M., KALÁB, M.: Pasteurized Processed cheese and Substitute/Imitation cheese products. *Cheese: Chemistry, Physics and Microbiology*. 2004, Vol. 2, No. 3, pp. 349-394. ISBN 0-1226-3653-8.
3. RANKEN, M. D., KILL, R. C., BAKER, C. G. J.: *Food Industries Manual*. 24. edition. Great Britain: Chapman & Hall, 1997. 653pp. ISBN 0-7514-0404-7
4. TOMKA, M. a kol.: *Historie mlékárenství v Čechách a na Moravě*. Praha: MILPO ve spolupráci MILPO MEDIA s. r. o., 1998. 279 s. ISBN 80-86098-07-9.
5. CALLEC, C.: *Encyklopedie sýrů*. 1. vyd. Praha: Rebo Productions CZ, spol. s. r. o., 2003. 256 s. ISBN 80-7234-225-8.
6. *Stránky o lidové kultuře, ovcích a pastýřích* [online]. Poslední úprava 2007, [citováno 25. 2. 2008]. Dostupné z: <http://www.salasnictvi.estranky.cz/stranka/vyroba-ostepku_-syry>
7. TAMIME, A. Y., SHENANA, M. E., MUIR, M. E., DAWOOD, A. H.: Processed Cheese Analogues Incorporating Fat-Substitutes 1. Composition, Microbiological Quality and Flavour Changes During Storage at 5°C. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. February 1999, Vol. 32, No. 1, pp. 50-59. ISSN 0023-6438.
8. GAJDŮŠEK, S. *Mlékařství II*. 1. vyd. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1998. 135 s. ISBN 80-7157-342-6.
9. LUKÁŠOVÁ, J.: *Hygiena a technologie mléčných výrobků*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2001. 180 s. ISBN 80-7305-415-9.
10. Vyhláška ministerstva zemědělství č. 77/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje, v platném znění. Dostupné z: <<http://www.sagit.cz/pages/sbirkatxt.asp?zdroj=sb03077&cd=76&typ=r>>
11. BACHMANN, H-P.: Cheese analogues: a review. *International Dairy Journal*. July 2001, Vol. 11, No. 4-7, pp. 505-515. ISSN 0958-6946.
12. ZACHARI, P.: *Sdružení obrany spotřebitelů* [online]. Poslední úprava 5. října 2006, [citováno 26.2. 2008]. Dostupné z: <http://www.spotrebitele.info/potraviny_zdravi/clanek.shtml?x=2197699>.
13. *Dairy Fat Alternatives*. Praha (CZ): KARLSHAMNS Spol. s. r. o., March 2003.
14. ČARŇANSKÝ, O.: Test. *MF Dnes*, leden 2008, roč. XIX, č.15, s.E6-E7. ISSN 1210-1168.
15. MOUNSEY, J. S., O'RIORDAN, E. D.: Characteristics of imitation cheese containing native or modified rice starches. *Food Hydrocolloids*. June 2007. ISSN 0268-005X.
16. BUŇKA, F., HRABĚ, J., ČERNÍKOVÁ, M.: *Q magazín – Kvalita testovaná spotřebiteli* [online]. Poslední úprava 12. února 2007, [citováno 23. 1. 2008]. Dostupné z: <<http://www.qmagazin.cz/syry/tavene-syry-pravidelna-soucast-naseho-jidelnicku.html>>.

17. ŠINDELÁŘ, M.: *Státní zemědělská a potravinářská inspekce* [online]. Poslední úprava 16. února 2001, [citováno 26. 2. 2008]. Dostupné z: <<http://www.szpi.gov.cz/cze/informace/koutek/article.asp?id=54259&cat=&ts=9ec6>>.
18. GAJDŮŠEK, S., KLÍČNÍK, V.: *Mlékařství*. 2., nezměněné vyd. Brno: Vysoká škola zemědělská, 1993. 129 s. ISBN 80-7157-073-7.
19. STIESE, B., KŘIVÁNEK, M.: *Abeceda mlékárenství*. 2., přepracované vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1966. 316 s.
20. DRBOHLAV, J., VODIČKOVÁ, M.: *Tabulky látkového složení mléka a mléčných výrobků*. 2., nezměněné vydání. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2002. 84 s. ISBN 80-7271-005-2.
21. DRDÁK, M., STUDNICKÝ, J., MÓROVÁ, E., KAROVIČOVÁ, J.: *Základy potravinářských technologií*. 1. vyd. Bratislava: Malé centrum, 1996. 512s. ISBN 80-967064-1-1.
22. ústní sdělení [Doc. RNDr. Ivana Márová, CSc.] [Fakulta chemická, Ústav chemie potravin a biotechnologií, Purkyňova 118, Královo Pole, 61200, Brno, Česká republika] [citováno 11 února 2008]
23. NORONHA, N., DUGGAN, E., ZIEGLER, G. R., O'RIORDAN, E. D., O'SULLIVAN, M.: Inclusion of Starch in Imitation Cheese; its Influence on Water Mobility and Cheese Functionality. *Food Hydrocolloids*. 2007. ISSN 0268-005X.
24. HUI, Y. H.: *Handbook of Food Science, Technology and Engineering*. United States of America: Taylor & Francis Group, 2006, Vol. 4. ISBN 0-8493-9849-5
25. NORONHA, N., CRONIN, D. A., O'RIORDAN, E. D., O'SULLIVAN, M.: Flavouring of imitation cheese with enzyme-modified cheeses (EMCs): Sensory impact and measurement of aroma active short chain fatty acids (SCFAs). *Food Chemistry*. February 2008 Vol. 106, No. 3, pp. 905-913.
26. HANČOVÁ, H., VLKOVÁ, M.: *Biologie v kostce II*. 2. vyd. Havlíčkův Brod: FRAGMENT, 1999. 151 s. ISBN 80-7200-341-0.
27. LOBATO-CALLEROS, C., SOSA-PÉREZ, A., RODRÍGUES-TAFOYA, J., SANDOVAL-CASTILLA, O., PÉREZ-ALONSO, C., VERNON-CARTER, E. J.: Structural and textural characteristic of reduced-fat cheese-like products made from W₁/O/W₂ emulsion and skim milk. *LWT-Food Science and Technology*. 2008. ISSN 0023-6438.
28. TAMIME, A. Y., SHENANA, M. E., MUIR, M. E., KALAB, M., DAWOOD, A. H.: Processed Cheese Analogues Incorporating Fat-Substitutes 2. Rheology, Sensory Perception of Texture and Microstructure. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. February 1999, Vol. 32, No. 1, pp. 50-59. ISSN 0023-6438.
29. SCHÄR, W., BOSSET, J. O.: Chemical and Physico-chemical Changes in Processed Cheese and Ready-made Fondue During Storage. A Review. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*. 2002, Vol. 35, pp. 15-20. ISSN 0023-6438.
30. SUKOVÁ, I.: *Stav výroby sýrů v ČR* [online]. Poslední úprava 14. března 2008, [citováno 27. 3. 2008]. Dostupné z: <<http://www.agronavigator.cz/default.asp?typ=1&val=71997>>.

31. *Náhražky sýrů v restauracích!* [online]. Poslední úprava 24. ledna 2007, [citováno 28. 3. 2008]. Dostupné z: <<http://www.kromeriz.cz/index.php?id=clanek&fce=detail&i=473>>.
32. *Je libo Javor z mléčných, nebo rostlinných tuků?* [online]. [citováno 7. 4. 2008]. Dostupné z: <http://data.idnes.cz/soubory/test/A051104_PLZ_JAVOR.HTM>.
33. HAVEL, P.: *Nekamenujte analogový smažák* [online]. Poslední úprava 20. ledna 2008, [citováno 27. 3. 2008]. Dostupné z: <<http://blog.aktualne.centrum.cz/blogy/petr-havel.php?itemid=2465>>.
34. *TPK-Hodonín spol. s.r.o.* [online]. [citováno 9. 4. 2008]. Dostupné z: <<http://www.tpk.cz/>>.
35. *Cateringová společnost Svět sýrů.* [online]. [citováno 10. 4. 2008]. Dostupné z: <<http://www.svetsyru.cz/>>.
36. *Pribina spol. s.r.o.* [online]. [citováno 10. 4. 2008]. Dostupné z: <<http://www.pribina.cz/>>.
37. *Madeta a.s.* [online]. [citováno 9. 4. 2008]. Dostupné z: <<http://www.madeta-velkoobchod.cz/>>.
38. *SYRMEX spol. s.r.o.* [online]. [citováno 9. 4. 2008]. Dostupné z: <<http://www.syrmex.cz/index.html>>.

5 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

CA – sýrový analog

EMC – enzymově modifikované sýry

ES – emulsifikační soli

LMMC – sýr nízkovlhkostní mozzarella

LMMCA – analog sýru nízkovlhkostní mozzarely

PCP – pasterizované sýrové produkty

SEM – skenovací elektronová mikroskopie

SMP – sušený mléčný prášek

TEM – přenosová elektronová mikroskopie

VVTPH – voda v tukuprosté hmotě sýra