

## SOUHRN PŘEDNÁŠKY O ZRÁNÍ PŘÍRODNÍCH SÝRŮ přednesený dne 5. září 2013 na Fakultě technologické Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně

Paul L.H. McSweeney

School of Food and Nutritional Sciences,  
University College Cork, College Road, Cork, Ireland

### Abstrakt

Sladké sýry zrají od dvou týdnů (například Mozzarella) po dobu dvou i více roků (například Parmigiano-Reggiano nebo velmi zralý čedar). Aroma čerstvě vyrobené sraženiny je chuťově neurčitě a má gumovitou texturu. Charakteristické aroma a textura přírodních sýrů se vyvíjí až v průběhu zrání. Zrání sýrů je velmi komplexní děj zahrnující změny mikroflóry sýrů a primární (metabolismus zbytkové laktózy, mléčnanu a citronanu (často avšak nesprávně společně označované jako "glykolýza"), lipolýza a proteolýza) a sekundární (metabolismus volných masných kyselin a katabolismus volných aminokyselin) biochemické procesy.

### Abstract

Rennet coagulated cheeses are ripened from about 2 weeks (e.g., Mozzarella) to 2 or more years (e.g., Parmigiano-Reggiano or extra-mature Cheddar). The flavour of freshly made cheese curd is very bland and it has a rubbery texture and it is during ripening that the flavour and texture develop. Cheese ripening is a very complex series of events, involving changes to the microflora of cheese and primary (metabolism of residual lactose and of lactate and citrate (often, though erroneously, referred to collectively as "glycolysis"), lipolysis and proteolysis) and secondary (metabolism of fatty acids and amino acid catabolism) biochemical events.

### Mikrobiální změny v průběhu zrání sýrů

Zákysové kultury mohou během solení sýrů dosáhnout počtu přibližně  $10^7 - 10^{9-10}$  CFU/g. V průběhu několika prvních týdnů u většiny sýrů jejich počet klesá, přičemž rychlost poklesu závisí na použitých kmenech zákysových kultur. Přírodní sýr je nehostinným prostředím pro mikroorganismy, a to z důvodu jeho nízkého pH, relativně vysokého obsahu soli a absence významného množství zkvasitelných sacharidů. Po buněčné smrti nastává lýze buněk a uvolněné enzymy rovněž přispívají k zrání sýrů.

U většiny tvrdých sýrů platí, že po přibližně 2 měsících zrání nejsou dominantní mikroflórou zákysové kultury.

Dominují spíše "divoké" nezákysové mikroorganismy (non-starterové bakterie mléčného kvašení; NSLAB). Jedná se o sekundární mikroflóru, jejíž počty se na počátku zrání pohybují obvykle v množství  $< 10^2$  CFU/g, a ve zralých sýrech se zvyšují na hodnoty  $10^7 - 10^8$  CFU/g. NSLAB jsou tvořeny zejména heterofermentativními laktobacily, zvláště *Lactobacillus paracasei* a *Lactobacillus casei*. Růst NSLAB je značně ovlivněn teplotou zrání a rychlostí chlazení jednotlivých šarží sýrů.

Zrání sýrů švýcarského typu (tzv. ementálské sýry) je charakteristické růstem *Propionibacterium freudenreichii*. *P. freudenreichii* metabolizují mléčnan na propionan, octan, vodu a  $\text{CO}_2$ . Oxid uhličitý migruje hmotou sýra, dokud nedosáhne slabší části, kde vytvoří oka charakteristická pro sýry ementálského typu. Plísňové sýry jsou charakteristické růstem *Penicillium camemberti* na sýrech s plísní na povrchu nebo *Penicillium roqueforti* rostoucí v kavernách vyskytujících se ve hmotě sýra (sýry s plísní v těstě). Sýry s mazem na povrchu jsou charakterizovány růstem komplexní grampozitivní aerobní mikroflóry sýra složené ze zástupců rodů *Micrococcus*, *Staphylococcus*, *Arthrobacter*, *Corynebacterium* a *Brevibacterium*, které přispívají k výraznému aroma těchto produktů.

### Metabolismus zbytkové laktózy, mléčnanu a citronanu

Zbytková laktóza je v sýrech rychle metabolizována během prvního stadia zrání, přičemž rychlost fermentace je určována obsahem soli v sýru (přepočítává se na obsah vlhkosti). Je žádoucí, aby ve zralých tvrdých sýrech bylo pouze nepatrné množství laktózy nebo žádná laktóza, což přispívá k zamezení vývoje nežádoucí sekundární mikroflóry. Kyselina mléčná je důležitým prekurzorem pro množství reakcí během zrání sýrů. Mléčnan může být prostřednictvím *Clostridium tyrobutyricum* metabolizován na kyselinu máselnou,  $\text{CO}_2$  a vodík. Rozvoj *Clostridium tyrobutyricum* vede k vážné vadě v sýrech, zejména u těch, které jsou soleny v solných lázních. Zmíněné vadě se říká "pozdní dužení".

Racemizace L-kyseliny mléčné na DL-kyselinu mléčnou bývá spojována s vývojem krystalů pentahydrátu mléčnanu vápenatého, které vznikají na povrchu tvrdých sýrů během zrání. V sýrech švýcarského typu metabolizuje *Propionibacterium freudenreichii* mléčnan na propionan, octan, vodu a  $\text{CO}_2$ . Oxid uhličitý je zásadní pro tvorbu ok v sýrech švýcarského typu, ale jen relativně malé množství oxidu uhličitého zůstává v očích sýra. Většina oxidu uhličitého je rozpuštěna v tekutině sýrové hmoty nebo je uvolněna na povrchu sýrů do prostředí.

Metabolismus mléčnanu má velký význam i pro sýry s plísní na povrchu (například Camembert a Brie). *Penicillium camemberti* (rostoucí na povrchu sýrů) metabolizuje mléčnan oxidativně (aerobně), což zapříčiňuje zvýšení pH na povrchu sýra. Vzniká zde gradient pH od povrchu do jádra (středu) sýra. Vysoké pH na povrchu sýra vede k vysrážení fosforečnanu vápenatého, což přispívá

k migraci fosforečnanu vápenatého z jádra sýrů směrem k povrchu. Kombinace vysokého pH a snížení fosforečnanu vápenatého ve hmotě vede k charakteristickému měknutí sýrů s plísní na povrchu.

Mléko obsahuje relativně malou koncentraci citronanu, jehož většina odchází do syrovátky při zpracování sraženiny (sýrařského zrna), ale malé množství citronanu je zachyceno ve sraženině a je důležitým prekurzorem pro metabolismus citronan-pozitivních mikroorganismů (citronan-pozitivní kmeny *Lactococcus lactis* anebo *Leuconostoc* spp.), které metabolizují citronan za vzniku sensoricky aktivních látek, jako jsou diacetyl, acetoin, 2,3-butandiol a menší množství CO<sub>2</sub>. Metabolismus citronanu je důležitý zejména pro vývoj aroma sýrů holandského typu.

## Proteolýza

Pravděpodobně nejvýznamnějším biochemickým dějem, který probíhá při zrání sýrů, je hydrolyza kaseinových bílkovin sýra za vzniku značného množství peptidů a volných aminokyselin. Odhaduje se, že v čedaru se vyskytuje 400 - 500 peptidů. Proteolýza v prostředí sýra je katalyzována proteinázami pocházejícími z 5 zdrojů:

1. syřidlo (obvykle chymozin),
2. mléko (zejména plazmin, ale také proteinázy somatických buněk),
3. primární zákysové kultury,
4. sekundární zákysové kultury,
5. nezákysové bakterie mléčného kvašení (NSLAB).

Většina syřidla, které je přidáno do mléka během výroby, odejde do syrovátky, zatímco malá část zůstane ve sraženině. V případě  $\alpha_{S1}$ -kaseinu je hydrolyzována peptidová vazba mezi fenylalaniny (Phe<sub>23</sub>-Phe<sub>24</sub>) za vzniku dlouhého (f24-199) a krátkého (f1-23) peptidu. K faktorům, které ovlivní množství chymozinu zadržného ve sraženině, patří pH během zpracování sraženiny (odvodu syrovátky), koncentrace kaseinu v mléce, množství přidaného chymozinu, iontová síla a velikost kaseinových micel. Sýry, u kterých je syrovátka odváděna ze sraženiny při nízkém pH (například sýry s plísní na povrchu), mívají vyšší obsah zbytkového syřidla ve hmotě. Obdobný jev bývá pozorován u sýrů vyrobených z ultrafiltrovaného koncentráту. Naopak sýry, kde se využívá vysokých teplot dohřívání (například Parmesan, sýry švýcarského typu), nebo tzv. *pasta-filata* sýry, kde je hmota pařena a hnětena, obsahují malá množství zbytkového syřidla v aktivním stavu.

Základní nativní proteinázou v mléce je plazmin, který má optimum v alkalické oblasti pH (pH 7,5). Plazmin hydrolyzuje především  $\beta$ -kasein na  $\gamma$ -kaseiny, proteosopeptony. Aktivita plazminu má nejvyšší význam v sýrech s vysokou dohřívací teplotou a sýrech, ve kterých roste pH během zrání, dále pak v tavených sýrech a analogích sýrů. Enzymy z lysozomů somatických buněk obsahujících katepsin D a katepsin B jsou také v dnešní době studovány a mohou mít význam v sýrech vyrobených z mastitidního mléka.

Bakterie mléčného kvašení vyžadují větší množství aminokyselin (jako svůj růstový faktor), a proto disponují rozsáhlým proteolytickým systémem umožňujícím získávat aminokyseliny z proteinů v prostředí. Bakterie mléčného kvašení mají proteinázy asociované s buněčnou stěnou, které během růstu buněk v mléce hydrolyzují kaseiny na kratší peptidy. Zároveň bakterie mléčného kvašení disponují řadou intracelulárních peptidáz, které hydrolyzují peptidy na volné aminokyseliny. Protože primární zákysové bakterie obvykle nejsou metabolicky aktivní v pozdních fázích zrání sýrů, přispívají jejich intracelulární peptidázy ke zrácím procesům až po jejich uvolnění do hmoty sýra, které nastává po lýzi buněk. Bakterie mléčného kvašení obsahují také řadu specifických prolinových peptidáz, které jsou v případě hydrolyzy kaseinů nezbytné, a to z důvodu vysokého obsahu prolinu v primární struktuře. V případě tvrdých sýrů jsou jako NSLAB v průběhu zrání obvykle přítomny fakultativně heterofermentativní laktobacily (zejména *Lb. paracasei* a *Lb. casei*). Tyto NSLAB mají podobné enzymatické systémy jako zástupci rodu *Lactococcus* a přispívají ke zrání podobným způsobem.

Bakterie propionového kvašení (*P. freudenreichii*) mají slabou aktivitu enzymů hydrolyzujících dlouhé proteiny, avšak dokáží hydrolyzovat kratší peptidy, čímž přispívají k proteolytickým dějům v sýrech švýcarského typu. Koryneformní bakterie mají aktivní extracelulární proteinázy a peptidázy. Plísně (*Penicillium camemberti* a *P. roqueforti*) mají aktivní extracelulární aspartyl- a metaloproteinázy a peptidázy a přispívají k rozsáhlé proteolýze v plísňových sýrech.

## Lipolýza

Degradace lipidů v potravinách s vysokým obsahem tuku probíhá oxidativními nebo hydrolytickými drahami. Oxidace lipidů je u sýrů velmi limitována, a to kvůli nízkému oxidačně-redukčnímu potenciálu a nízkému obsahu polynenasycených mastných kyselin v mléčném tuku. Proto se degradační procesy lipidů v průběhu zrání sýrů většinou omezují na hydrolytické procesy.

Lipolýza může být v sýrech mírná až velmi rozsáhlá. Vysoký stupeň lipolýzy nastává pouze v případech, kdy mají sýry zdroj lipolytických enzymů zahrnující například syřidlovou pastu a sekundární mikroflóru. Stupeň lipolýzy je nejvyšší u plísňových sýrů, například sýrech s bílou plísní na povrchu (Camembertu), ve kterých se přibližně 5 - 10 % všech mastných kyselin nachází ve volné formě. U sýrů s plísní v těstě se odhaduje, že až 25 % všech mastných kyselin může být ve volné formě. Stupeň lipolýzy je rovněž vysoký u sýrů s mazem na povrchu, a to díky mazové mikroflóře, a také u mnohých tvrdých italských sýrů, zejména těch, které jsou vyrobeny za pomoci syřidlové pasty. Značná lipolýza je rovněž u sýrů vyrobených ze syrového mléka, a to v důsledku enzymatické aktivity nativních lipáz. Množství volných mastných kyselin je také vysoké v sýrech, které zrají dlouhou dobu - například Parmigiano Reggiano.

Zdroje lipolytických enzymů v sýrech jsou podobné zdrojům proteolytických enzymů. Z mléka může pocházet nativní lipoproteinová lipáza (s molekulovou hmotností 55 kDa), která je většinou asociována s kaseinovými micelami. Na základě výpočtů bylo odhadnuto, že tento enzym má takovou aktivitu, která může zapříčinit v mléce postřehnutelnou žluklost během 10 sekund. Nicméně tento enzym je asociován s kaseinovými micelami a mléčný tuk je přirozeně chráněn membránou tukových kuliček. Pro technologii zpracování mléka je však významné, že většina nativní lipoproteinové lipázy je inaktivována během pasteurace. Z tohoto důvodu je tento enzym významný zejména u sýrů vyráběných ze syrového mléka. Lipoproteinová lipáza je aktivní v metabolismu plazmových triacylglycerolů a přechází do mléka z krve dojnice.

Některé sýry, zejména ty pocházející z oblasti Středomoří, jsou sráženy s využitím syřidlové pasty. Kromě chymozinu tato syřidlová pasta obsahuje i aktivní lipázu - pregastrickou esterázu, která přispívá k rozsáhlé lipolýze sýrů, při jejichž výrobě je tato pasta použita. K druhům sýrů, kde se syřidlová pasta může využívat, patří například řada italských ovčích sýrů, Provolone a tradiční řecké Feta sýry, případně španělský Idiazabal.

Bakterie mléčného kvašení obvykle nedisponují příliš aktivními lipázami a esterázami. Nicméně za podmínek dlouhého zrání mohou lipázy bakterií mléčného kvašení vykazovat větší aktivitu a jsou hlavními původci lipolýzy u sýrů, jako jsou čedar nebo gouda, které byly vyrobeny z pasterovaného mléka a které neobsahují sekundární mikroflóru se silnou lipolytickou aktivitou. Publikované studie naznačují, že stupeň lipolýzy u těchto sýrů souvisí s rychlostí rozpadu (lýze) zákysových buněk.

Sekundární mikroorganismy sehrávají dominantní roli v lipolýze některých druhů sýrů. U sýrů s mazem na povrchu produkují, podobně jako *Geotrichum candidum*, lipázy *Brevibacterium linens* a pravděpodobně i další zástupci mazové kultury. U plísňových sýrů produkuje extracelulární lipázy *Penicillium camemberti*. *Penicillium roqueforti* v sýrech s plísní v těstě disponuje dvěma lipázami s optimem pH v intervalu 7,5 - 8,0.

Exogenní nebo přidané lipázy jsou příležitostně využívány k urychlení zrání sýrů. Ve studiích bylo naznačeno, že exogenní lipázy byly schopny i v malém množství modifikovat aroma čedaru. Většina aplikací exogenních lipáz v mlékárenské technologii je alternativou k syřidlovým pastám. Jako příklad lze uvést, že enzymy *Rhizomucor miehei* byly použity do směsi s chymozinem. Dalším příkladem je výroba enzymově modifikovaných sýrů, které je možné využít jako ingredience dodávající syrové aroma.

### **Sekundární biochemické procesy: metabolismus mastných kyselin a katabolismus aminokyselin**

V tvrdých sýrech typu čedar se nachází asi 300 - 500 sloučenin v koncentracích, které jsou vyšší než jejich práh detekce/práh rozpoznání a pravděpodobně přispívají

k vnímání chuti sýra. Mnohé z těchto sloučenin vznikají během sekundárního metabolismu mastných kyselin a aminokyselin.

Krátké mastné kyseliny (C<sub>4</sub> - C<sub>8</sub>) přispívají k aroma sýrů přímo. Krátké mastné kyseliny i delší mastné kyseliny mohou být metabolizovány za vzniku rozsáhlé řady sensoricky aktivních látek. V sýrech bylo nalezeno množství esterů, zejména etylesterů vzniklých reakcemi mastných kyselin s etanolem, který je hlavním zástupcem alkoholů přítomných v sýrech. Dřívější studie naznačovaly, že etylestery vznikají přímou reakcí etanolu s mastnými kyselinami, ale novější publikace ukazují, že pravděpodobnější je vznik transesterifikačními reakcemi s parciálními acylglyceroly.

Řada S-metyltioesterů, která byla rovněž nalezena v sýrech, vznikla reakcí mastných kyselin s metantiolem. Mnoho laktonů mastných kyselin identifikovaných v sýrech bylo vytvořeno intramolekulární esterifikací hydroxyderivátů mastných kyselin. Charakteristicky štiplavou sloučeninou v sýrech s plísní v těstě jsou metylketony, které jsou produkovány prvními čtyřmi kroky β-oxidace mastných kyselin. Methylketony, zejména heptan-2-on a oktan-2-on, mohou být rovněž redukovány na odpovídající sekundární alkoholy.

Produkty proteolýzy - peptidy a volné aminokyseliny - obecně přispívají k "základu" aroma sýra. Některé peptidy mají aroma podobné vývaru, některé hydrofobní peptidy mohou způsobovat hořkost. Vybrané volné aminokyseliny mají vlastní chuť, například alanin, lyzin, prolin, serin a treonin mají nasládlou chuť. Některé volné aminokyseliny jsou kyselé a několik je hořkých. Předpokládá se však, že základní příspěvek volných aminokyselin k aroma sýra spočívá ve skutečnosti, že volné aminokyseliny jsou prekurzory pro další katabolické reakce. V současnosti je katabolismu volných aminokyselin vedoucímu ke vzniku řady těkavých sensoricky aktivních látek věnována v literatuře zásadní pozornost. Pro většinu aminokyselin platí, že katabolické reakce jsou zahájeny aktivitou aminotransferáz, které přesunou aminoskupinu aminokyseliny (donoru) na akceptorovou sloučeninu, v případě sýrů se jedná o α-ketoglutarát. Donor (aminokyselina) je přeměněn na α-ketokyselinu. α-ketokyseliny jsou relativně stabilní, nicméně podléhají dalším reakcím za vzniku řady sensoricky aktivních látek.

Dalšími důležitými katabolickými reakcemi aminokyselin jsou dekarboxylační přeměny, kdy díky působením dekarboxylačních enzymů, které odštěpují karboxylovou skupinu z aminokyseliny, vznikají odpovídající aminy. Některé aminy mohou vést k vývoji pachů a pachutí (například kadaverin a putrescin). Dekarboxylací tyrozinu, tryptofanu a histidinu vznikají tyramin, tryptamin a histamin, které mohou mít nepříznivý fyziologický účinek.

### **Akcelerace a řízení zracích procesů**

Zrací proces tvrdých sýrů je časově a tudíž i finančně náročný. Náklady zracího procesu zahrnují energii

využitou k chlazení zracích sklepů. Mnohem významnější jsou však náklady plynoucí ze skutečnosti, že sýry nemohou být prodány a musí být určitý čas ponechány ve zracích sklepech (náklady vložených finančních prostředků). Proto existuje značný zájem akademické i výrobní sféry najít strategii vedoucí k urychlení zracích procesů a řízení vývoje aroma během zrání sýrů.

Zrání sýrů představuje sérii enzymově katalyzovaných reakcí. Zdánlivě by se mohlo předpokládat, že zrací procesy mohou být urychleny přidávkou některých exogenních enzymů. Je však třeba si uvědomit, že zrání sýrů je velmi komplexní proces. Proto tato strategie (přidávek jednotlivých enzymů) nebyla příliš úspěšná. Přidávek menšího množství enzymů často vedl ke vzniku nevyváženého aroma. Pro lepší výsledky by bylo nutné využít velké množství enzymů. Dalším problémem přímé aplikace enzymů do mléka (při výrobě sýrů) je skutečnost, že větší na odejde do syrovátky. Zdánlivě by řešením mohl být přídavek enzymů v pozdějších fázích výroby sýrů (dohřívání, solení) - v tomto případě však hrozí nehomogenní distribuce ve hmotě sýra. Z výše uvedených důvodů má přídavek exogenních enzymů pouze omezenou využitelnost v praxi.

Oslabené kultury jsou kmeny bakterií mléčného kvašení, které poskytují enzymy pro zrací procesy, nicméně samy nemusí být příliš aktivní. Buňky oslabených kultur jsou dávkovány stejně, jako zákysové kultury. Oslabené kultury působí jako "zásobníky" enzymů. Lýze těchto buněk a uvolnění enzymů do hmoty sýra během zrání sýrů urychluje zrací procesy. Metody oslabení buněk zahrnují šokový ohřev, procesy zmrazení a rozmrazení, přídavek lysozymu (narušení buněčné stěny), využití laktáza negativních nebo proteináza negativních kmenů, které nejsou schopny růstu během zrání. Podobně lze využít přídavných kultur bakterií mléčného kvašení, které metabolizují během zrání sýrů a modifikují aroma sýra.

Velký potenciál k ovlivnění zracích procesů u sýrů vykazují geneticky modifikované bakterie mléčného kvašení. Nicméně tento přístup má řadu slabých míst. V první řadě je třeba jmenovat určitou odmítavost spotřebitelů ke geneticky modifikovaným bakteriím využívaným v potravinářství a také související legislativní aspekty. Další podstatnou výhradou je skutečnost, že genetická modifikace ovlivní jen určitý krok/fázi při zrání sýrů, což značně limituje využitelnost tohoto nástroje (obdobně jako u přídavku enzymů).

Řada autorů studovala využití vysokých hydrostatických tlaků pro akceleraci zracích procesů u sýrů. Vysoký hydrostatický tlak vede k větší intenzitě lýze buněk zákysové bakterií a k tlakově indukovaným změnám ve hmotě sýra. Výsledky však ukazují na pouze okrajový vliv tohoto zásahu na průběh zrání sýrů. Proto ani náklady na ošetření sýrů vysokým hydrostatickým tlakem nejsou zdůvodnitelné.

Pravděpodobně nejpraktičtějším způsobem urychlení zracích procesů u tvrdých přírodních sýrů je zvýšení zrací teploty. Jedná se o jednoduchou a levnou metodu s absencí legislativních překážek. Mnoho studií ukázalo, že zvýšení

zracích teplot (až k přibližně 12 °C) akceleruje zrací procesy řady tvrdých přírodních sýrů. Tento způsob urychlení zrání však vyžaduje přísné řízení zracího procesu, protože zvýšená teplota nemusí urychlit pouze žádané procesy, ale také vývoj nežádoucích pachů a pachutí.

## Změny textury během zrání sýrů

Úloha vápníku a hodnoty pH při snižování tvrdosti sýrů s plísní na povrchu je dobře známa (viz výše). Novější studie však poukazují také na vliv rovnováhy mezi rozpustným vápníkem a vápníkem vázaným na kaseiny na snižování tvrdosti čedaru během zrání. Změny v koncentraci vápníku vázaném na kaseiny ovlivní texturní a reologické vlastnosti čedaru. Sloučeninou, která posune rovnováhu forem přítomnosti vápníku směrem k vazbě s kaseinem, je přidaný chlorid vápenatý (CaCl<sub>2</sub>). Následkem posledně zmíněného procesu je vznik tvrdších sýrů. Přidávek sloučenin, které váží vápník, vede k vývoji měkčích sýrů.

## Literatura

- Fox, P.F. and P.L.H. McSweeney (2006). Chemistry and biochemistry of cheese manufacture and ripening. *Food Science and Technology* 20, 28-32.
- McSweeney, P.L.H. (2011) Biochemistry of cheese ripening. In: Fuquay JW, Fox PF and McSweeney PLH (eds.) *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Second Edition, vol. 1, pp. 667-674. San Diego: Academic Press.
- McSweeney, P.L.H., A.A. Hayaloglu, J.A. O'Mahony and N. Bansal (2006). Perspectives on cheese ripening. *Australian Journal of Dairy Technology* 61, 69-77.
- McSweeney, P.L.H. (2004). Biochemistry of cheese ripening. *International Journal of Dairy Technology* 57 (2/3), 127-144.

*Text byl přetisknut z Potravinářské revue z roku 2014.*

*Lektorováno 19. 11. 2013*

## VLIV PŘÍDAVKU MLÉČNÉ SUŠINY NA RŮST A STABILITU BUNĚK *LACTOBACILLUS ACIDOPHILUS* CCDM 151 V JOGURTECH

Šárka Horáčková, Pavla Sedláčková, Jiří Štětina, Milada Plocková

Ústav mléka, tuků a kosmetiky, VŠCHT v Praze

**The influence of milk dry matter addition on the growth and stability of *Lactobacillus acidophilus* CCDM 151 cells in yoghurt**

## Abstrakt

V práci byl sledován vliv přídavku sušeného odstředěného mléka, sušené syrovátky a koncentráty syrovátkových bílkovin na růst a stabilitu buněk během skladování kmene *Lactobacillus acidophilus* CCDM 151