Vliv sušeného mléka na reologické vlastnosti jogurtu

Jaroslava Obdržálková

Bakalářská práce
2008

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická
Ústav potravinářského inženýrství
akademický rok: 2007/2008

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Jaroslava OBDRŽÁLKOVÁ**
Studijní program:	**B 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor:	**Chemie a technologie potravin**
Téma práce:	**Sledování vlivu jakosti sušeného mléka na reologické vlastnosti jogurtu**

Zásady pro vypracování:

1. **Popsat výroby jogurtu.**
2. **Popsat technologii výroby sušeného mléka.**
3. **Uvést druhy sušeného mléka a jejich chemické složení a zbožíznaleckou problematiku.**
4. **Význam sušeného mléka pro výrobu jogurtu a jeho vliv na reologické vlastnosti.**

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Dairy processing handbook, Tetra Pak Processing Systems AB S-221 86 Lund, Sweden
Černá M. a kolektiv : Nutriční hodnota mléka a mléčných výrobků 1979
Doležálek J. : Mikrobiologie mlekarenského a tukového průmyslu, 1962
Marschallová a kolektiv : Journal of Dairy Research (1982)

Vedoucí bakalářské práce:	**doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.** Ústav potravinářského inženýrství
Datum zadání bakalářské práce:	**15. listopadu 2007**
Termín odevzdání bakalářské práce:	**31. května 2008**

Ve Zlíně dne 12. května 2008

L.S.

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan

prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Mléko je po předchozí úpravě naočkováno jogurtovou kulturou a podle technologických postupů je z něj vyroben jogurt. Sušené mléko je sušeno různými způsoby, které ovlivňují jeho konečnou sušinu. Podle použitého sušeného mléka se odvíjí jeho reologické vlastnosti. Velký vliv má právě sušina sušeného mléka. Zvýšení obsahu sušiny, zejména množství bílkoviny v jogurtu, obecně zvyšuje hustotu sítě bílkovin a snižuje velikost pórů a tím zapříčiňuje hustší konzistenci výsledného výrobku.

Klíčová slova: sušené mléko, jogurt, způsoby sušení

ABSTRACT

Milk be over previous adjustment experimental yogurt culture and after technological progress is out of him made yogurt. Dry milk is cure in a number of ways that the work his final dry matter. According to used dehydrated milks unspools his rheologic characteristics. Great impact has just dry matter dehydrated milks. Increasing solids content, especially quantity proteins in yogurt, generally increases density nets albumins and lowers size leek thereby spawn denser consistence final product.

Keywords: dry milk, yogurt, manners cure

Poděkování:

Touto cestou bych chtěla poděkovat za odborné vedení, cenné připomínky a návrhy k vypracování svému vedoucímu bakalářské práce Doc. Ing. Janu Hraběti, Ph.D a také bych chtěla poděkovat Ing. Evě Okénkové za pomoc.

Prohlašuji, že jsem předloženou bakalářskou práci vypracovala samostatně a použila jsem pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použité literatury.

OBSAH

ÚVOD…….……..…… 7

I TEORETICKÁ ČÁST ……. 8

1 MLÉKO……..…….…….. 9

1.1 BIOLOGICKÁ A NUTRIČNÍ HODNOTA MLÉKA A MLÉČNÝCH VÝROBKŮ….……...9

1.2 ZÁKLADNÍ SLOŽENÍ A VLASTNOSTIMLÉKA…..……..…….9
1.3 SUŠENÍ…….…….14
1.3.1 Sušení vzduchem……...……17
1.3.1.1 Popis sušící křivky…….……..18
1.3.2 Válcové sušení…….…….……..19
1.3.3 Sprayové sušení……..23
1.3.4 Fluidní sušení…….…….27

2 FERMENTOVANÉ VÝROBKY S TERMOFILNÍMI BAKTERIEMI MLÉČNÉHO KVAČEN……..……..30

2.1 CHARAKTERISTIKA JOGURTU……..……..31
2.2 BIOCHEMIE KVAŠENÍ JOGURTU……..……...33
2.3 VÝZNAMNÉ MLÉČNÉ BÍLKOVINY A SKLAD AMINOKYSELIN PRO VÝŽIVU…….36
2.4 VÝROBA JOGURTU……38

3 REOLOGIE JOGURTU……..…….……41

ZÁVĚR……..…….……..44
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY……...……...45
SEZNAM OBRÁZKŮ……..……..47
SEZNAM TABULEK……...……...……..48

ÚVOD

Ve své bakalářské práci se budu zabývat problematikou jogurtu. Jogurty jsou u nás velmi populární. Patří k nejoblíbenějším a také nejzdravějším výrobkům z mléka.

Vyrábí se nejčastěji z kravského mléka a v dnešní době si jej můžeme vyrobit i doma.

Do jogurtů se přidává i sušené mléko. Podle metody sušení a druhu sušeného mléka se odvíjí jeho reologické vlastnosti.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MLÉKO

Mlékařství je aplikovaná věda zabývající se výrobou mléka, jeho zpracováním a distribucí. Můžeme rozlišit dvě složky mlékařství: prvovýrobní a průmyslovou. První část zahrnuje produkci a ošetření mléka, průmyslová složka zabezpečuje úpravu a zpracování mléka v mlékárenských závodech.

1.1 Biologická a nutriční hodnota mléka a mléčných výrobků

Mléko a mléčné výroky mají ve výživě člověka klíčové postavení. Je to nenahraditelný pokrm kojenců, ale i důležitá součást stravy pro dospívající, dospělé, staré a nemocné lidi.

Mlékem se nazývá tekutý sekret mléčné žlázy savců. Sekrety mléčné žlázy se dělí na dvě skupiny – mléka nezralá a mléka zralá. Nezralé mléko (mlezivo) je vylučováno mléčnou žlázou na konci gravidity před porodem (předběžné mlezivo) a hned po porodu (mlezivo pravé). Mlezivo není využíváno k průmyslovému zpracování. Přechod mleziva v mléko zralé trvá průměrně 7-10 dní po porodu. Podle vzájemného poměru kaseinové a albuminové části bílkovin rozlišujeme u zralých mlék: mléka albuminová (ženské, psí, kočičí a kobylí) a mléka kaseinová (kravské, kozí, ovčí, velbloudí). V našich podmínkách se průmyslově zpracovává především mléko kravské, v menší míře mléko ovčí a kozí.

1.2 Základní složení a vlastnosti mléka

Mléko, jako první potraviny narozeného savce, je potravinou ideální, což ale platí pouze pro mláďata téhož druhu, z něhož mléko pochází. Poměr, v němž jsou živiny v mléce zastoupeny, zejména vitamíny a minerální soli, je velmi příznivý. Množství jednotlivých živin v mléku je značně proměnlivé. Závisí na dědičných vlastnostech plemene dojnic, na zdravotním stavu, na biologické hodnotě a množství krmiv, na době laktace a stáří dojnic.

Kravské mléko obsahuje průměrně 88 % vody a 12 % sušiny. Průměrný obsah živin v kravském mléce je uveden v tabulce 1. Mléko dále obsahuje enzymy, pigmenty a hormony.

Sušina kravského mléka u zdravých dojnic zřídka klesá pod 12 %, množství tuku nebývá menší než 3,0 % a tukuprostá sušina nemá klesnout pod hodnotu 8,5 %. Mezi jednotlivými

složkami mléka existují určité zákonité vztahy, např. mezi obsahem sušiny, obsahem tuku a měrnou hmotností. Na základě obsahu sušiny, tukuprosté sušiny a tuku v sušině lze usuzovat na porušení mléka přídavkem vody nebo sebráním tuku. Podle obsahu laktosy a některých minerálních látek pak lze usuzovat na mléko od nemocných dojnic.

Druh živin	**Obsah živin v 1 litru mléka**
bílkoviny (g/l)	31 - 35
esenciální aminokyseliny (g/l)	1,3
mléčný tuk (g/l)	30 – 46
mléčný cukr (g/l)	45 – 50
minerální látky (g/l)	7
vitamíny (mg/l)	11,4 – 42,4

Tab.1. Průměrný obsah jednotlivých živin v 1 litru kravského mléka

Ze sacharidů se v mléce vyskytuje laktosa a v nepatrném množství její štěpné produkty glukosa a galaktosa, dále pak kvasný produkt laktosy – kyselina mléčná.

Laktosa se vyznačuje nízkou sladivostí a dobrou stravitelností (až 99 %). Laktosa má příznivý vliv na trávení, protože vazbou vody vyvolává zbobtnání střevního obsahu a podporuje peristaltiku. Enzymem β-galaktosidasou se štěpí v tenkém střevě na glukosu a galaktosu.

Hlavní význam laktosy z hlediska fyziologie výživa je v tom, že kyselina mléčná, která vzniká v intestinálním ústrojí mikrobiální činností, zvyšuje resorpci vápníku. Ještě lepší využití vápníku nastává při konzumaci kysaných mléčných výrobků.

Kyselina mléčná vytváří žádoucí kyselé prostředí v obsahu střev, má antimikrobní účinky na některé druhy bakterií a tím i brání růstu hnilobných mikrobů.

Mléko je velmi dobrým zdrojem lehce stravitelných a výživově kvalitních bílkovin.

V mléce se nachází velmi vhodná směs dvou skupin bílkovin, která umožňuje dokonalé využití všech aminokyselin. Mezi bílkovinami mléka převládá kasein v množství 2,5 % w/w. Kasein obsahuje všechny nepostradatelné aminokyseliny. Z hlediska jejich kvantitativního zastoupení je zvláště cenný pro vysoký obsah lisinu. Závažnější je nízký obsah cystinu a tryptofanu.

V syrovátkových bílkovinách mléka, představují asi 0,6 %, se nachází α-laktalbunim a β-laktoglobulin, což jsou složením snad nejvhodnější bílkoviny vůbec. Obsah všech nepostradatelných aminokyselin je s výjimkou metioninu vyšší než v kaseinu. Velmi cenný je vysoký obsah cistinu a tryptofanu, na který je kasein chudý.

Obsah tuku, který udává do značné míry energetickou hodnotu mléka je udáván v syrovém farmářském mléce 4 %. Z nutričního hlediska je velmi významné, že mléčný tuk je z větší části v mléce obsažen v jemně rozptýleném, emulgovaném a proto velmi dobře stravitelném stavu.

Střední hodnota průměru těchto tukových kuliček je 2 – 3 µm a jejich počet v jednom ml mléka činí 1,5 – 4,6 x10^9. Hlavní podíl lipidů v tukových kuličkách tvoří triglyceridy (98 – 99 %), malé množství lipidů je přítomno ve formě fosfolipidů a sterolů v membráně tukových kuliček.

Mléčný tuk je využitelný až z 99 % a z hlediska výživy je jedním z nejvýhodnějších tuků vůbec. Mezi nenasycenými mastnými kyselinami mléčného tuku jsou i esenciální, které organismus nedovede systetizovat (kyselina linolové, linolenová). Obsah cholesterolu v kravském mléce je poměrně malý, v litru mléka je ho průměrně 120 mg.

Množství cholesterolu, ať již v mléce nebo v mléčných výrobcích, záleží na obsahu tuku. Cholesterol je obsažen v hlavně membráně tukových kuliček. Obsah cholesterolu v tvaru z odstředěného mléka dosahuje 5 – 10 mg/kg, v másle 1920 – 3500 mg/kg.

Pro srovnání činí obsah cholesterolu ve vaječném žloutku 17 500 mg/kg, v rybích játrech 15 000 mg/kg.

Hodnota minerálních látek v mléce vynikne při srovnání s látkami jiných potravin, u nichž je z pravidla nižší obsah, nebo jsou v nevhodném vzájemném poměru. Mléko je zejména donátorem vápníku, fosforu a draslíku. I ostatní minerální látky saturují z větší nebo menší míry potřeby člověka. Poměr mezi vápníkem a fosforem je v mléce ideální 1:1,3.

Vápník z mléka se snadno resorbuje. Resorpci podporuje řada mléčných složek, zejména laktosa, lisin, valin, histidin, vitamín D a kyselina citronová. Při konzumu kysaných mléčných výrobků se resorpce vápníků může až zdvojnásobit.

Z dietetického hlediska je významné, že obsah chloridu sodného v mléce není příliš vysoký (1,25 g/l mléka).

Hodnota vitamínů v mléce je vzhledem k jejich počtu i obsahu významná. Původní obsah vitamínů v mléce po nadojení se cestou ke spotřebiteli často snižuje, a to i o 50 % i více, vlivem nešetrného ošetřování nebo při technologickém zpracování.

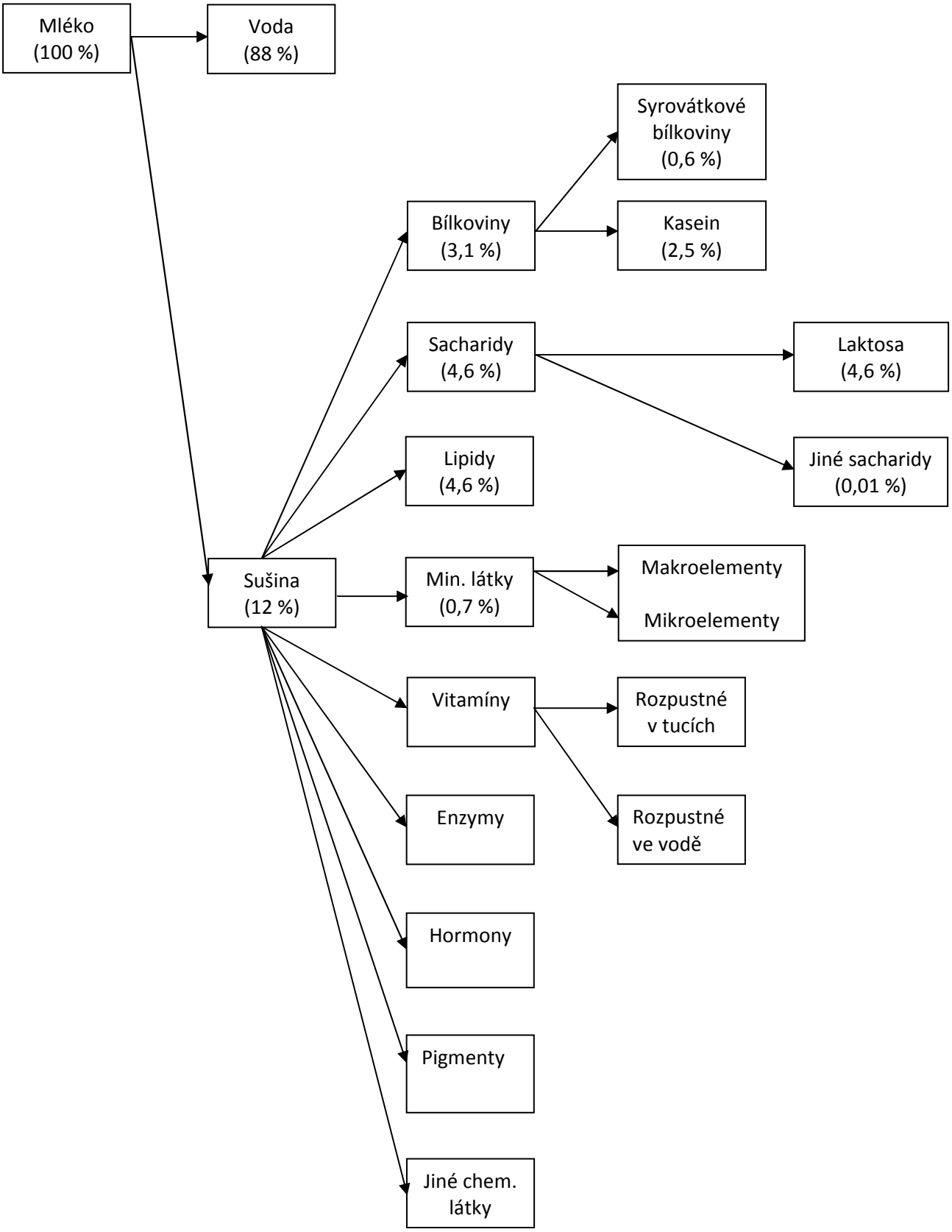
Mléko obsahuje vitamíny rozpustné jak ve vodě, tak i v tuku.

Mléko obsahuje relativně vysoký obsah vitamínu A i jeho prekurzoru karotenu. Jeho koncentrace však přímo úměrně záleží na krmení zeleným krmivem.

Mléko je velmi důležitým zdrojem ve vodě rozpustného vitamínu B_2 (riboflavinu) a vitaminu B_{12} (kyanokobalaminu) a poměrně dobrým zdrojem vitamínu B_1 (thiaminu), B_6 (pyridoxinu), biotinu a cholinu.

Čerstvě nadojené mléko obsahuje také vitamín C, ale oxidací je o tento vitamín ochuzováno. Proto se mléko považuje za chudý zdroj vitamínu C. Mléko přispívá k výživě člověka pouze zanedbatelným množstvím vitamínů D a K a malým množství vitamínu E. v některých zemích se proto přidává vitamín A a D do sušeného mléka a vitamín D do zahuštěného mléka.

K organoleptickým vlastnostem mléka patří barva, konzistence, struktura, vůně a chuť. Krémově bílý neprůhledný vzhled mléka způsobuje mléčný tuk, kasein a částečně nerozpustný fosforečnan vápenatý. Krémově žlutý odstín mléka způsobují karotenoidy, které jsou v malých množstvích rozpuštěné v tuku a riboflavin nacházející se ve vodném roztoku. Tekutá konzistence je daná vysokým obsahem vody v mléce. Struktura je homogenní vlivem polydisperzního systému, ve kterém se tuk nachází v emulzní fázi, bílkoviny ve fázi koloidní, laktosa a minerální látky ve fázi molekulární. Vůně mléka je ovlivněna prostředím např. ovzduším stáje, protože čerstvě nadojené mléko nemá zvláštní, výraznou vůni. Přijímání vůně a zápachů způsobuje velký počet a velká plocha tukových kuliček, na které se aromatické látky dobře adsorbují. Nasládlou chuť mléka způsobuje laktosa.



Obr.1. Průměrné složení kravského mléka (v hm. %)

1.3 Sušení

Sušení je definováno jako odstraňování kapaliny, zejména vody z produktů odpařováním. Řadíme ho k nejstarším způsobům konzervace potravin. Z mléka se odebírá téměř všechna voda a tím rovněž podmínka pro životní pochody mikroorganismů. Usušené potraviny mají potom práškovitou konzistenci. Při sušení mohou být nutričně hodnotné látky potravin vystaveny následujícím nežádoucím změnám:

- Odstranění koloidně vázané vody sníží bobtnací, popřípadě rozpouštěcí (instantivní) schopnost sušené látky. Bobtnací schopnost zůstává v podstatě zachována, odstraní-li se pouze volná voda. V praxi tento tento požadavek nelze splnit, protože pouhým odstraněním volné vody se nedosáhne dostatečného konzervačního účinku osmotického tlaku.
- Sušením potravin při vyšších teplotách se podporuje rychlost oxidačních reakcích.
- Vlivem Maillardovy reakce nastává neenzymové hnědnutí. Vznikají temně zbarvené, hořké melanoidy. Vznik melanoidů podporuje velká koncentrace sušiny. Tvoří se především při dosušování (při menším obsahu vody než 20 %) nebo až při skladování sušených potravin. Maillardova reakce způsobuje změnu barvy, chuti a zhoršuje rozpouštěcí schopnost, a to zvláště u potravin sušených sprayově.
- Při dosušování potravin za vysokých teplot vzniká nebezpečí zhoršení chuti i barvy vlivem karamelizace cukrů.

Proces sušení potravin se musí řídit tak, aby sušení bylo maximálně rychlé a styk sušené hmoty se vzduchem co nejkratší. K největším výhodám sušení patří koncentrace sušiny, a tím zmenšení objemu i hmotnosti potravin, jednoduché skladování a menší nároky na skladovací prostory. Sušení patří dnes k významným způsobům konzervace.

Pro sušení mléka se nejvíce využívá sušení sprašového, sušení v proudu vzduchu a válcové sušení. Tyto typy sušení jsou ekonomické a poskytují kvalitní finální produkt.

Před samotným sušením se provádí operace zahrnující tepelné ošetření, odpařování a homogenizace mléka.

Tepelné ošetření je obvykle vykonáváno při teplotách vyšších, než je požadováno pro pasteraci. Cílem je zničit všechny patogenní a většinou saprofytických mikroorganismů. Inaktivovat enzymy, zvláště lipázu, která by mohla způsobit lipolýzu během skladování a aktivovat SH skupiny β-laktoglobulinu a tak zvýšit odolnost sušeného mléka vůči oxidačním změnám během skladování.

K tomu, aby se zamezilo možnosti změny obsahu sušiny nebo reinfekce mléka parou, tepelné zpracování je obvykle prováděno nepřímo přes trubkové nebo talířové (deskové) výměníky tepla.

Odpařování je povinná operace u zpracování sušeného mléka z několika důvodů. Sušené mléko vyprodukované z kondenzovaného mléka se skládá z větších složek prášku obsahující méně uzavřeného vzduchu a má delší skladovatelnost. Viskozita mléka zvětšená díky zvýšené koncentraci sušiny má za následek větší obsah prášku. Vynechání odpařování vody z mléka před sušením by nebylo ekonomicky vhodné, protože by byly vysoké požadavky na energii při samotném sušení. Opomenutí odpařování má za následek nižší kvalitu prášku. Pro válcové sušené se koncentrace během odpařování zvyšuje z 33 na 35 %, zatímco pro sprayové sušení je to ze 40 na 50 %. Tento rozdíl poměrů koncentrací během odpařování je způsoben sušící technikou. Vyšší poměry koncentrací během válcového sušení by tvořily tlustou vrstvu na válcích, a to by mělo za následek pomalejší sušení a nevratné změny bílkovin (denaturace), laktosy a tuku. Zahuštěné mléko určené pro sprayové sušení, které má více jak 50 % sušiny zvýší viskozitu a způsobí potíže při rozstřikování.

Homogenizace mléka není povinnou operací při výrobě sušeného mléka, ale je obvykle aplikována k tomu, aby se snížil obsah volného tuku. Tukové kuličky ochuzené o ochranné membrány snižují rozpustnost sušeného mléka a zvyšují jeho náchylnost k oxidačnímu žluknutí. Během homogenizace (tlak od 5 do 15 MPa) je volný tuk transformován do tukových kuliček, na jejichž povrchu jsou díky adsorpci proteinů membrány regenerovány.

Z technologického hlediska rozlišujeme několik druhů sušení:

- Válcové sušení
- Sušení v proudu vzduchu
- Sprayové sušení
- Vymražování (sublimační sušení)

- Mikrovlnné sušení
- Sušení přehřátou parou

Tab.2. Složení sušeného mléka

složka mléka	**plnotučné**	**odstředěné**
tuk v % pevného podílu	26 – 29	max. 1,25
bílkoviny v %	25 – 27	34 – 38
laktosa v %	35 – 38	48 – 56
pH	6,6 – 6,7	6,6 – 6,7
číslo kyselosti	<0,16	<0,16
celkový počet spor na 1 ml	10 000	10 000

Sušené mléko obsahuje pouze několik procent vody (do 5 %). Před sušením se zahušťuje na 42 až 48 % hm. sušiny jednak z důvodu ekonomických (nízká spotřeba energie při použití několikastupňových odparek s využitím brýdových par) a dále z důvodu pozitivního vlivu na konečný výrobek (sušené mléko po předcházejícím zahuštění se rozprašuje na větší a těžší částice, lépe se rozpouští a obsahuje menší podíl vzduchu). V průmyslu je mléko nejčastěji sušeno válcově nebo sprayově v proudu horkého vzduchu.

Sušené mléko plnotučné – mléčný výrobek v prášku získaný sušením mléka po tepelném zpracování, s obsahem vody nejvýše 4 %

-základní surovinou pro výrobu sušeného mléka je syrové kravské mléko určené pro mlékárenské ošetření a zpracování, odpovídající veterinárním předpisům

Sušené mléko odstředěné – mléčný výrobek v prášku získaný po odstředění tuku a tepelném zpracování, s obsahem vody nejvýše 4 %

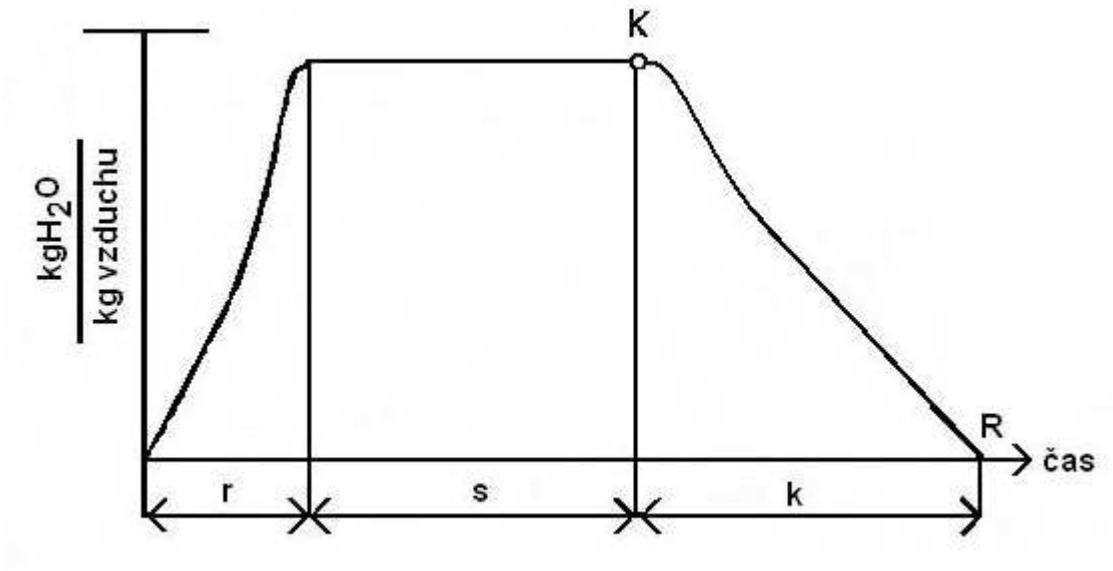
- základní surovinou při výrobě sušeného mléka odstředěného je odstředěné mléko vyrobené ze syrového kravského mléka určené pro mlékárenské ošetření a zpracování, odpovídající veterinárním předpisům

1.3.1 Sušení vzduchem

Vzduch má v průběhu sušícího procesu dvě funkce:

1) Předává teplo potřebné k vypaření vody
2) Odvádí ze sušárny vodní páru

Při neměnných vlastnostech sušícího vzduchu vstupujícího do sušárny lze vyjádřit rychlost sušení křivkou sušení. Křivka sušení je grafická závislost rychlosti sušení na čase. Má tři časově oddělené úseky: předsušování, hlavní sušení a dosušování.



Obr.2. Křivka sušení

r – předsušování, s – sušení, k – dosušování, K – kritický bod sušení,

R – rovnovážná vlhkost

Rychlost sušení se vyjadřuje v kg vody odvedené ze sušárny za hodinu z 1 kg měrné vlhkosti.

Měrná vlhkost je poměr hmotnosti vody k hmotnosti sušárny v 1 kg látky: u = Mv/Ms

Kde:

u – měrná vlhkost

Mv – hmotnost vody v 1 kg potraviny

Ms – hmotnost sušiny v 1 kg potraviny

1.3.1.1 Popis průběhu křivky sušení

1) předsušování je charakterizováno zrychlováním sušení. Voda se odpařuje z povrchových vrstev a sušená potraviny se postupně prohřívá. Při prudkém sušení vysokými teplotami vysychá povrchová vrstva příliš rychle, tvoří se povrchová kožovitá vrstva, která zhoršuje prostup tepla a zabraňuje unikání vody z vnitřních vrstev.

2) Hlavní sušení je charakterizováno zpomalením sušení. Potraviny prohřátá na teplotu sušení v celé vrstvě se vysušuje odpařováním volně vázané vody. Teplota sušení se zvýší a sušení se urychlí.

3) Dosušování je charakterizováno zpomalením sušení, protože se odpařuje pevněji vázaná koloidní voda. Na křivce je úsek dosušování oddělen tzv. kritickým bodem sušení. Kritický bod sušení lze při studování dynamiky sušení různých látek na křivce sušení ostře vyznačen. Při dosušování potravin se vytváření nejvhodnější podmínky pro nežádoucí Maillardovu reakci, oxidaci i karamelizaci. Potraviny se proto mají dosušovat suchým a chladnějším vzduchem.

Sušení (odpařování vody do vzduchu) je ukončeno, jakmile se dosáhne stavu rovnovážné vlhkosti. Rovnovážná vlhkost je takový stav, při němž je relativní vlhkost a teplota ovzduší v rovnováze s měrnou vlhkostí sušené potraviny. Ze suroviny se tedy již neodpařuje voda a nenastává ani vlhnutí vlivem pohlcování vzdušné vlhkosti. Graficky lze vyjádřit závislost mezi měrnou vlhkostí potraviny a rovnovážnou vlhkostí ovzduší sorpčními izotermami. U každého druhu potraviny mají izotermy jiný průběh. Většina potravin konzervovaných osmoanabiózou má měrnou vlhkost upravenou do rovnovážných podmínek s relativní vlhkostí vzduchu 60 - 70 %. Sušené mléko se proto musí skladovat na suchém, chladném místě.

1.3.2 Válcové sušení

Tato metoda je běžně užívána při výrobě odstředěného sušeného mléka, tak jako plnotučného sušeného mléka, s aplikacemi v jiném průmyslovém odvětví (cukrářství, výroba čokolády, krmiva), kvůli nízké rozpustnosti produktu. Přímý kontakt vrstvy koncentrovaného mléka s horkým povrchem otáčejících se válců nepříznivě ovlivňuje složky mléka a způsobuje nevratné změny většiny složek. Příkladem jsou karamelizace laktosy, degradace laktosy s aktivační energií, Maillardovy reakce mezi aminokyselinami a laktosou, denaturace bílkovin, atd. Produkty typu Maillardových reakcí mohou způsobit připálenou vůni, příchuť, zatímco denaturace bílkovin způsobuje malou rozpustnost.

Principem tohoto způsobu sušení je nastřikování koncentrované hmoty v tenkém filmu na povrch teplých rotujících válců. Odpařovací a odsávací systém jsou nad válci. Nastříknutý film je z válců seškrabován ve formě listu pomocí nožů umístěných proti nástřiku koncentrovaného mléka. K sušení je používáno několik typů válcových sušáren.

V mlékárenském průmyslu se nejčastěji užívá dvojitá bubnová sušárna, která pracuje při atmosférickém tlaku. Suchá, nasycená pára o teplotě 150 ^{o}C a tlaku 621 MPa je užívána pro ohřev válce, když je vháněna do jeho osy. Kondenzát páry je odstraněn čerpadlem umístěným do druhého konce osy válce. Teplota mléka dosahuje přibližně stejné hodnoty jako pára během sušení. Suchý film seškrabávaný pomocí nožů padá na dopravní otáčivé pásy umístěné podél každého válce kde je jemně rozdrcený a transportovaný na kladívkový mlýn kde se drtí na prášek.

Válcové sušení za vakua při tlaku od 91 do 98 KPa pracuje s teplotami pod 100 ^{o}C a odstraňuje kyslík, poskytuje lepší vlastnosti mléčného prášku než při sušení pod atmosférickým tlakem. Sušící zařízení je složeno z jednoho nebo ze dvou rotujících válců.

Hlavními technologickými částmi každé válcové sušárny jsou:

- jeden nebo dva ocelové válce horizontálně vedle sebe uložené v čepech. Povrch válce musí být přesně vybroušen a vyhlazen, aby se dosáhlo stejnoměrného nanášení mléčné vrstvy. U dvou válců je jeden z válců odpružen, což umožňuje seřizovat mezeru mezi oběma válci.
- zařízení na přívod páry a vyhřívání válců párou a na odvod kohátů z válce. Tlak páry závisí na konstrukci a bývá 0,2 až 0,8 MPa. Pro správný průběh

sušení je nutné, aby se tlak páry během sušení neměnil a aby byl kondenzát plynule odváděn.

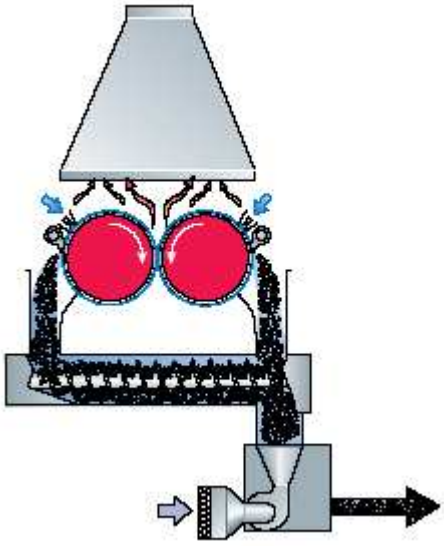
- zařízení na otáčivý pohyb válce. Počet otáček válce je závislý na jeho průměru a konstrukci a kolísá od 6 do 30 za minutu. Optimální obvodová rychlost válce je asi 1,5 $m.s^{-1}$.
- nanášecí zařízení sušené látky tvoří systém nanášejících válců nebo nastřikovací soustava. U dvouválcových sušáren mléko přitéká nejčastěji do žlabu vytvořeného uložením souosých válců vedle sebe. Světlost mezery mezi válci závisí na sušině mléka a je 0,5 až 1 mm. Při vyšší sušině mléka je mezera větší. Hladina mléka ve žlabu je udržována v určité výši stálým přítokem mléka. Mléko s ve žlabu stykem s roztopenou plochou válce vaří, takže nastává silný odpar vody, čímž je zvyšován výkon sušárny.
- nože pro odříznutí sušeného mléčného filmu jsou upevněny po celé šířce válce a směřují břitem tangenciálně proti směru otáčení válce. Seškrabované usušené mléko má podobu jemně zřaseného krepového papíru.
- lapač brýdových par s ventilátorem je umístěn nad válci. Čím rychleji jsou brýdové páry odváděny, tím více vody se odpaří.

Válcové sušárny můžeme rozdělit podle:

1. počet válců
    - jednoválcové sušárny
    - dvouválcové sušárny
2. metody aplikace produktu
    - nádrž mezi dvěma pomalu otáčejícími válci
    - sprayování pomocí trysky
    - inverzní aplikační systém

Parametry válcového sušení jsou následující:

- jako vyhřívací médium se používá nasycená pára o tlaku 621 MPa a teplotě kolem 150 ^{o}C
- teplota nástřiku vzorku se pohybuje v rozmezí 10 – 80 ^{o}C. Vyšší teplota podporuje vyšší kapacitu závodu
- obsah sušiny se pohybuje kolem 45 %. Vyšší sušinu pak následuje také vyšší ceny finálního produktu
- rychlost rotace válců ovlivňuje tenkost filmu a vzdálenost mezi válci je menší než 100 µm



Obr.3. Schéma válcové sušárny

Protože válcové sušení poskytuje kvalitní produkt má v porovnání se sušením spayovým několik nevýhod. Nevýhodu může být připékání hmoty na válec, což způsobuje nižší kvalitu výrobku. Dále nízký měrný povrch usušeného materiálu a nižší rozpustnost, což způsobuje nižší instantivní schopnost. I přes tyto nevýhody je tento způsob sušení mléka používán tam, kde jsou žádoucí speciální funkční vlastnosti. Výhodou zejména při výrobě čokoládové hmoty je vysoký obsah volného tuku a také vysoká vaznost vody. Válcové sušárny se používají k sušení vysoce viskózních produktů.

Působením vysokých teplot (130 – 160 ^{o}C) po dobu několik sekund, dochází v mléce k denaturaci bílkovin a tím také ke zhoršení rozpustnosti výrobku. Stupeň denaturace je vyjadřován WPNI indexem (Whey Protein Nitrogen Index) v miligramech WPN na gram sušeného mléka.

Kvalita suroviny vzhledem k oxidačním změnám tuku ve finálním výrobku se projevuje především v obsahu lipolytických enzymů, které jsou produkovány některými mikroorganismy v syrovém mléce, mezi ty tyto mikroorganismy patří především psychrofilní mikroorganismy. Enzymy produkované těmito druhy mikroorganismů jsou termostabilní, což znamená, že se neničí pasterizačními záhřevy ani jiným tepelným ošetřením. Tyto enzymy podle všeho odolávají také teplotám používaným během válcového sušení. Během optimalizace výrobní technologie je nutno brát v úvahu také další ukazatel a tím je obsah volného tuku v usušeném produktu. Tento faktor souvisí s válcovým sušením, během něhož je materiál zahřát na vysokou teplotu a tuk je tak v tekutém stavu. Tento tekutý tuk se může vylévat z tukových kuliček a při následném ochlazení nemusí být dostatek času k znovuvytvoření bílkovinného obalu, čímž tuk zůstává ve formě volného tuku. Jakost finálního výrobku je také ovlivňována dalšími faktory, mezi které patří stáří suroviny, způsoby čerpání mléka, jeho doprava, tepelné ošetření (pasterace), chlazení a homogenizace.

Všechny tyto uvedené faktory mají bezpochyby vliv na obsah volného tuku, který napomáhá rychlosti hydrolytických a oxidačních změn ve finálním výrobku.

1.3.3 Sprayové sušení

Sprayové sušení je nejpoužívanější pro sušení mléka a mléčných produktů. Koncentrované mléko je atomizováno do kapiček a vystaveno horkému proudu vzduchu v sušící komoře, která může být v horizontální nebo vertikální poloze. Horizontální sušící komory jsou běžné v USA, vertikální sušící komory s plochým nebo kuželovitým dnem jsou běžnější. Okolní vzduch je filtrovaný, zahřátý párou nebo tepelným systémem kapalné fáze (olej/plyn) od 150 do 300 ^{o}C a vháněný do sušící komory o rychlosti 50 m/s. Vzduch se před zahřátím filtruje. Vzduch může být zahřátý smícháním s kouřovými plyny v přímém plynovém ohřívači, kde hořící produkty plynu nebo oleje a horký vzduch vstupují do komory. Zde je přímý kontakt mezi mlékem a spalinami, proto tato metoda není běžně užívanou v mlékárenském průmyslu. Důvodem je znečištění sušeného mléka oxidem dusíku přítomném v kouři. Karcinogenní látky, jako např. nirosaminy jsou výsledkem reakcí oxidů dusíku, aminů a jiných látek obsažených v mléce.

Ohřívání vzduchu nepřímými metodami zahrnuje ohřev parou pomocí trubkových nebo talířových výměníků, kapalného ohřevu nebo nepřímým vytápěním pomocí plynu nebo oleje.

S ohledem na tok mléka, proud vzduchu se pohybuje skrz sprayový sušič v paralelním toku (stejný směr), protiproudně (opačný směr), nebo ve smíšeném toku. V mlékárenském průmyslu je preferovaný souběžný tok, protože zlepšuje kvalitu výrobků, ikdyž má horší tepelné hospodaření. Ke snížení objemů vzduchu a tepelných ztrát ve sprayovém sušiči je důležité, aby jednotlivé operace na sebe bezprostředně navazovaly.

Hlavními částmi rozprašovací sušárny jsou: rozprašovač, rozdělovač vzduchu, sušící věž, ohřívač vzduchu, ventilátory, odlučovací systém, pneumatická doprava prášku, chlazení prášku, popř. instantizace.

Pro sprayové sušení je důležité:

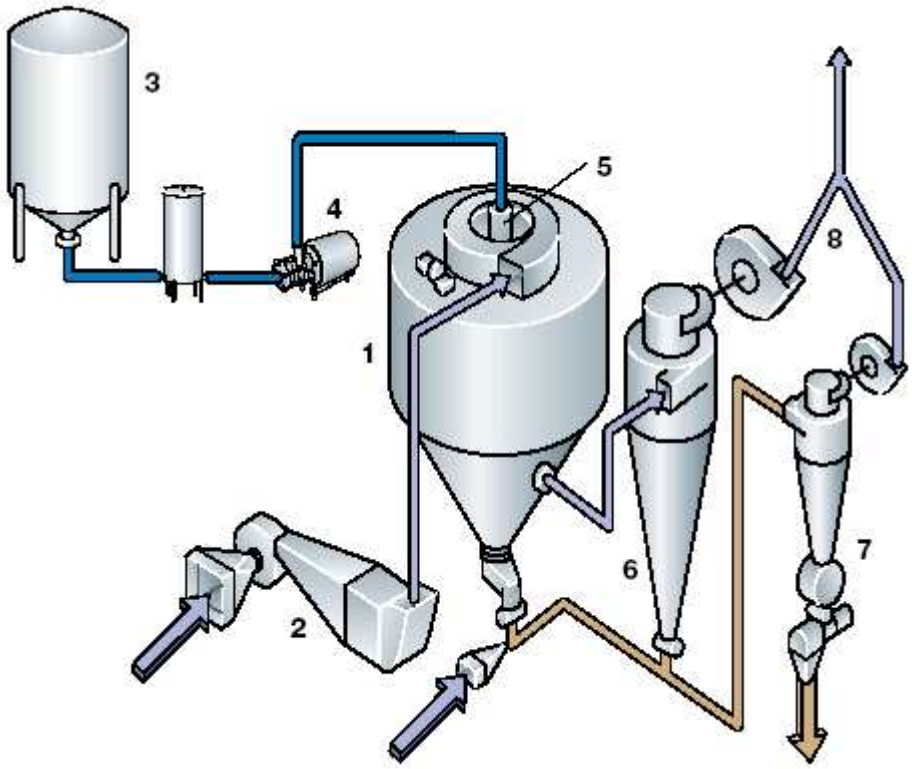
- Udržet vysokou teplotu vzduchu a nízkou teplotu na výstupu.
- Využít odchozí vzduch na ohřev vzduchu na vstupu.
- Využít vzduch na vstupu z horní části továrny, protože je nejteplejší a sušící komora je izolovaná.

- Dvě nejběžnější užívané zařízení pro znovuzískání tepla a hromadění plynu ze sušiče zahrnuje sanitační pračku plynu a sanitační difúzní pračku.

Základní funkcí atomizéru při sprayovém sušení je poskytnout vysoký povrch rozstřikované kapaliny k tomu, aby umožnil rychlý přestup tepla a vysokou rychlost vypařování. Nejvíce se používají odstředivkový (rotační) atomizér a tlakový (tryskový) atomizér. Rotační atomizér je vhodný pro sušení viskózních materiálů a suspenzí. Dnes jsou sušičky již konstruovány tak, aby bylo možno užít obou typů atomizérů. Při práci s rotačním atomizérem může být použito pro čerpání materiálu vysokotlaké čerpadlo. Mléko je rozptýleno v rotačním atomizéru rychlostí od 10 000 do 20 000 otáček nebo tlakem 17,2 – 24,5 MPa v tlakové trysce.

Tímto způsobem jsou získány jemné částice s velkými specifickými plochami povrchu. Jak se zvětší rychlost rozptylu mléka, tak se zvětší také specifická plocha povrchu. To poskytuje rychlý a intenzivní tepelný přenos ze vzduchu na mléko a dokonalé rozptýlení mléka do vzduchu. Rozptýlením 1 litru mléka do kapiček o průměru 50 µm se získá celková plocha povrchu 120 m^2. Díky zvětšení měrného povrchu a vysokému skupenskému teplu vypařování vody (2,26 MJ/kg rozprášených složek) vlhkost rychle zmizí a kapičky získají teplotu přicházejícího vzduchu. Když je teplota přicházejícího vzduchu vyšší jak 215 ^oC, tak se v komoře teplota snižuje.

Z atomizérů, které se používají, se získají během sušení prášky kulovitého tvaru s nízkou objemovou hmotností. Každá usušená částečka je kupovitá a má průměr od 10 do 250 µm. Tyto složky obsahují případné dutinky uzavřeného vzduchu. Tyto dutinky jsou ale co do velikosti malé.



Obr. 4. Schéma sprayové sušárny

Povrch sprayově sušených složek je hladký, ale může být krabatý. Tendence tvořit vrásky se zvýší při vyšších teplotách vstupujícího vzduchu a vyšším rozdílem teplot mezi horkým vzduchem a práškem. Přítomnost složek různého tvaru ve stejném vzorku se připisuje různým podmínkám sušení, kterým byly jednotlivé složky v určitém okamžiku vystaveny.

Metoda rozstřikování, buď odstředivé, nebo s tryskou nemají žádný speciální vliv na strukturu částečky. Měrná hmotnost sprayově sušeného prášku se mění od 0,50 do 0,70 g/cm^3. Měrná hmotnost se může zlepšit přidáním páry do atomizéru užitím speciální konstrukce atomizéru a regulací sušících parametrů. Parametry rozprašování ovlivní některé důležité vlastnosti konečného výrobku: hustota, velikost produktu, velikost složek prášku, obsah začleněného vzduchu, obsah vlhkosti a jiné.

Výrobek je odstraněn ihned po sušení, aby se zabránilo kontaktu prášku a horkým vzduchem. Dlouhý kontakt s horkým vzduchem by mohl mít za následek vytavení tuku na povrch částečky, což způsobí přilnavost až lepivost a přehřívání prášku. Je nezbytné poskytnout přiměřenou rychlost pro nesené částečky o určitém průměru. Odlučovací cyklony se používají pro oddělení prášku od vzduchu, který jde na filtry. V tomto systému se zachytí

více než 90 % usušeného prášku o velikosti větší než 10 µm, 98 % větších než 20µm a 99 % větších než 30 µm.

Dnes se používá systém s několika cyklony s velkými průměry kombinovaný s jedním cyklonem s menším průměrem, který poskytuje současné chlazení prášku. Sprayové sušení má hodně výhod oproti dalším technikám.

1. proces je rychlý. Sušení je dokonalé při nižších teplotách, dává produkt s vynikajícími vlastnostmi.
2. neprojevuje se zde výrazná oxidace, ztráty vitamínů. Denaturace bílkovin, změny laktózy nebo jiné nepříznivé účinky vlivem tepla. Spayové sušení se užívá pro sušení léčiv, bio materiálů, termolabilních materiálů.

Tab. 3. Typické vlastnosti sprayově sušeného mléka

charakteristika	plnotučné	Odstředěné
rozpustnost v ml	0,1 – 0,5	0,1 – 0,5
vyhodnocení částeček mléka	A	A
relativní vlhkost	3,0	4,0
hustota v g/ml	0,45 – 0,57	0,45 – 0,6
celkový počet spor na 1 ml	10 000	10 000

Sprayové sušení je plně automatizované, při vysoké produktivitě vyžaduje minimální pracovní náklady. Není zde problém s údržbou zařízení, korozí ani mikrobiologickou závadností produktu, protože produkt je ve styku pouze se stěnami sušící komory, která je uzavřená a tedy izolovaná od okolního prostředí. Zařízení pro sprayové sušení je vhodné pro všechny druhy produktů, které mohou být načerpány pomocí čerpadla, ikdyž jsou lepivé nebo velmi viskózní (kasein, kaseináty, krémy, směsi). Tyto produkty mají velmi jemnou strukturu. Při sušení není velké množství produktu současně v sušící komoře, což je výhodou při eventuálním selhání nebo havárii.

1.3.4 Fluidní sušení

Fluidní proces sušení zahrnuje sušení, chlazení, aglomeraci, granulaci a vrstvení částeček materiálu. To je ideální pro široký rozsah sušení jak produktů citlivých na teplo, tak produktů na teplo necitlivých. Stále stejné podmínky při zpracování jsou dosaženy procházením plynu (obvykle vzduchu) přes vrstvu produktu pod kontrolou rychlosti průtoku plynu, tak aby byly vytvořeny podmínky pro fluidní stav.

Při fluidním sušení je teplo poskytováno fluidizací plynu, ale tok plynu nemusí být jediným zdrojem. Teplo může být efektivně usměrňováno pomocí výhřevných ploch (panely nebo trubky) ponořenými do fluidního sušiče.

Sušení/chlazení – toto jsou nejfrekventovanější aplikace fluidních sušících skříní. Rozdílné výrobní systémy jsou aplikovány v závislosti na produktu, těkavých látkách, operační bezpečnosti a základních požadavcích.

Ve fluidním chlazení se využívá studený plyn (obvykle okolní nebo upravený vzduch). Úprava plynu je žádoucí, aby se dosáhlo vhodného chlazení produktu určité velikosti při ekonomické výrobě a k tomu, aby se odebrala existující vlhkost. Teplo také může být odstraněno chladícími povrchy ponořenými do fluidní vrstvy.

Aglomerace (hromadění) a granulace může být provedena tak, aby v závislosti na materiálu bylo během procesu sušení u budoucího produktu dosaženo požadovaných vlastností. Fluidní vrstva prášku zahrnuje nastřikování tekutiny na fluidní vrstvu pod přísně kontrolovanými podmínkami.

Při fluidním sušení se využívá při rozstřikování buď rotační atomizér nebo dvoupyskového souproudého režimu. Rozstřikování pomocí atomizéru je dosaženo přívodem kapaliny do rychle rotujícího disku. Atomizér je umístěn na stropu a pracuje s lopatkovým rozprašovacím diskem pro neabrazivní materiály a s tvrdým kovovým pouzdrem disku pro drsné materiály. Prášky vyráběné tímto atomizérem mají omezenou velikost částic od 20 do 50 µm.

Při použití dvoupyskového souproudého režimu je rozprašování dosaženo použitím stlačeného vzduchu k tomu, aby rozbíjel na malé částečky kapalné materiály. Tryska je umístěná na stropě rozprašovače, to je ideální pro tepelnou citlivost sušeného materiálu a je vhodná pro nízko i vysoce viskózní materiály. Prášky vyráběné v souproudém režimu s dvěma tryskami mají velikost částeček od 10 do 40 µm.

Dnes se vyrábí řada systémů pro fluidní sušení. Kontinuální (nepřetržité) a dávkové sušiče, chladiče, aglomerační a granulační systémy jsou navrženy, aby pracovaly v otevřeném (zahrnujícím odpařování vody) nebo uzavřeném cyklu (zahrnující většinou odpařování organických rozpouštědel). Pro produkty rizikové, vystavené během zpracování prachu jsou vhodné uzavřené cykly s odolností proti tlakovému šoku a navrženy jako samosetrvačné.

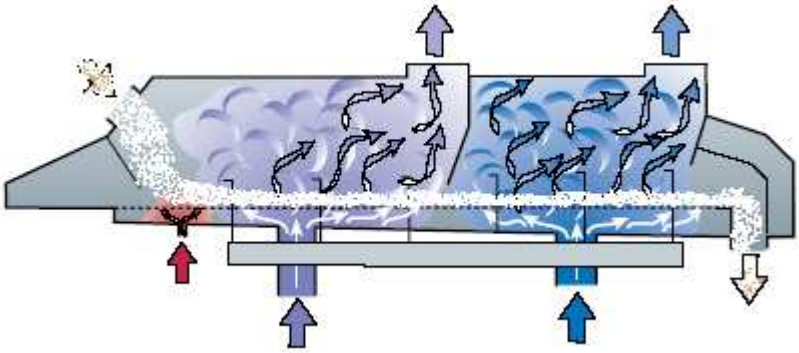
Otevřené fluidní sušící systémy se pro mléko příliš nevyužívají, protože zde hrozí riziko prašné exploze. Alternativou může být polouzavřený cyklus. Pro sušení se využívá venkovního vzduchu po odstranění vody ze systému.

Uzavřené fluidní systémy jsou vhodné pro sušení mléka, protože zde není přímý kontakt s kyslíkem a zabrání se počáteční oxidaci. Tento typ fluidního sušení pracuje s médiem inertního plynu (obvykle dusíku), který je také recyklován uvnitř systému. Tyto systémy jsou neprodyšné a přídavek inertního plynu je kontrolován sledováním obsahu kyslíku sušícího plynu a systémem tlaku, který je udržován kladný.

Rewet aglomerace se užívá ke zvětšení velikosti částic na předem daný rozměr. Jemné prášky jsou přenášeny k aglomerační komoře kde je prášek rozptýlen ve vzduchu a v kontaktu s rozstřikovanou kapalinou.

Vlhký, pórovitý aglomerát je postupně sušen při mírných podmínkách. Po ochlazení je prášek vyložen ze sušících loží a drobný materiál je recyklován pro další aglomeraci společně s drobnými částečkami materiálu z filtru vzduchu. Tato aglomerace je typická pro potravinářské výrobky jako sušené mléko, káva, kakaový prášek, kde jsou požadovány instantní vlastnosti složek. Granulace prášku je dosažena rozprašováním nahromaděné kapaliny do tamblované vrstvy prášku v protisměrném míchači. Mokré granule se suší ve stacionární sušící skříni.

Pro sušení mléka se využívají zařízení pro kapalné materiály. Patří sem kontaktní fluidizéry, víceúrovňové sušiče pro organické produkty, uzavřené sušící skříně které brání prachové explozi. Používají se materiály odolné proti tlakovému šoku.



Obr.5. Schéma fluidní sušící skříně

Dalších způsobů sušení jako sublimační, pěnové, mikrovlnné sušení se v mlékárenském průmyslu nevyužívá. Nejčastěji se užívají výše zmíněné postupy.

Sušená mléka patří do skupiny mlékárenských výrobků s výrazně zvýšenou kvalitou trvanlivosti, což je působeno značnou koncentrací mléčné sušiny a minimálním obsahem vody. Mezi další výhody sušeného mléka patří zmenšení hmoty a objemu, rovnováha mezi spotřebou a zásobou, je nenahraditelnou komponentou jídla v horkých klimatech, nenahraditelná rezerva pro stav nouze je vhodné pro různé zakázkové výroby. Cílem zahřívání (sušení) jsou inaktivovat enzymy (především lipázy) a aktivovat SH-skupiny (3-laktoglobulin), což má za následek zvýšení antioxidační stability.

2 FERMENTOVANÉ VÝROBKY S TERMOFILNÍMI BAKTERIEMI MLÉČNÉHO KVAŠENÍ

Fermentované výrobky s termofilními bakteriemi mléčného kvašení lze rozdělit do následujících skupin:

- jogurtové výrobky
- výrobky s použitím acidofilních a biflových kultur
- kysané mléčné výrobky se smíšenou bakteriální a kvasinkovou mikroflórou

Jogurtové výrobky můžeme rozdělit na:

1. přírodní (bílé) jogurty
2. ochucené jogurty, které mohou obsahovat přírodní nemléčné složky (ovoce, aromata, barviva, stabilizátory)

Podle použitého způsobu fermentace a dalšího zpracování koagulátu se rozlišují:

1. jogurtové výrobky s nerozmíchaným koagulátem (set yoghurts) – fermentují se přímo ve spotřebitelském obalu
2. jogurty s rozmíchaným koagulátem (stirred yoghurts) – fermentace probíhá v tancích, po rozmíchání koagulátu a vychlazení dochází k plnění do drobných obalů

Podle obsahu sušiny, použité technologie a rozdílné konzistence se rozlišují:

1. jogurty s pevným koagulátem
2. jogurty krémovité
3. jogurty pitné (jogurtové mléko)

2.1 Charakteristika jogurtu

Jogurt patří k nejznámějším zakysaným mléčným výrobkům.

Původně se vyráběl v Bulharsku a Turecku z kozího a buvolího mléka.

První se zabývali studiem jogurtu Cabendy, Mečníkov, Grigoroff a Leurssen (cit. Doležálek, 1962), kteří uvedli dva druhy mikrobů nacházející se v dobrém jogurtu a to tyčinkovitou formu z rodu *Lactobacillus*, dnes označovanou jako *Lactobacillus delbruecki*, subsspecies *bulgaricus* a kokovitou formu dnes označovanou jako *Streptococcus salivarius*,subsp. *thermophilus*. V dalším textu bude uváděno pouze *Str. thermophilus* a *Lbc. bulgaricus*. Dnes je již známo, že jogurt obsahuje v podstatě dva, nejvýše 3 druhy termofilních bakterií pravého mléčného kysání a *Lactobacillus bulgaricus*, *Lactobacillus jogurt* a *Streptococcus thermophillus*. V poslední době je k jogurtové kultuře přidáván *Lactobacillus bifidum* pro zvýšení podpůrných diabetických účinků na lidský organismus.

Podle Rozoma (cit. Doležálek, 1962) kolísá počet zárodků v 1 ml čerstvé jogurtové kultury od 10 – 100 milionů. Greathouse (cit. Doležálek, 1962) uvádí u tekutých kultur hodnoty vyšší 320 až 2 300 milionů v 1 ml, v suchých kulturách max. 250 000 v 1g. Též obsah kyseliny mléčné v jogurtu značně kolísá. Bulharský jogurt ji obsahuje zpravidla 1 – 1,5 %, kdežto jogurty vyráběné u nás podstatně méně 0,56 – 1,16 %.

Mikrobiologii jogurtu zvláště *L. balgaricus* byla věnována velká pozornost; Stevič

(cit. Doležálek) studující *L. bulgaricus* prokázal, že vlivem teploty vzdalující se od optima a vlivem formy a koncentrace dusíkatých látek se buňky velmi morfologicky liší. Každá morfologická rozmanitost buněk *L. bulgaricus* je vždy provázen změnou biochemických vlastností kultury.

Optimální teplota se dle různých autorů liší a pohybuje se v rozmezí 38 – 44 °C. Jako typickou vlastnost některých tyčinkovitých bakterií jogurtu uvádí někteří autoři (Leurssen a Köhn) schopnost tvorby volutinových zrnek a různé množství kyseliny mléčné.

Jako další rozlišení jogurtových tyčinek označují někteří autoři schopnost zkvašovat cukry a tvořit opticky rozdílnou kyselinu mléčnou. Podle Orla – Jensena a Rakeho (cit. Doležálek, 1962) je

L. bulgaricus usmrcen buď žaludečními šťávami, nebo v horním oddíle střevním působením složek žluče. Druhou složkou jogurtové mikroflóry je *S. thermopilus*. Jeho optimální

teplota je podle Orla – Jensena 45°C. Nejlepší růst vykazuje v zahuštěném mléce a tvoří asi 0,5 % kyseliny mléčné. Společný vývoj *L. bulgaricus* a *S. thermophilus* není symbiozou v pravém slova smyslu. V jogurtové kultuře existují vztahy symbiotické a antagonistické. Na počátku společného růstu i v mléce stimulují streptokoky tvorbu kyseliny mléčné a snížením redox – potenciálu prostředí růst laktobacilů, které mají nižší optimální pH a rH. Brzy však dochází k opačnému stavu, kdy laktobacily stimulují streptokoky. Pette a Lolkema (cit. Doležálek, 1962) studovali stimulační působení laktobacilů na streptokoky a zjistili, že ve zmíněné kultuře *L. bulgaricus* a *S. thermophilus* byla tvorba kyseliny rychlejší než v čistých kulturách jednotlivých druhů. Intenzivnější tvorba kyseliny mléčné ve směsné kultuře byla způsobena stimulačním působením logaritmické růstové fáze a dále pak přímou stimulací tvorby kyseliny v buňkách streptokoků. Vysvětluje se to tím, že *S. therophilus* potřebuje pro růst některé volné aminokyseliny (především valin) a jakmile dojde ve směsi k vyčerpání volných aminokyselin, zastavuje se růst streptokoků. Laktobacily však hydrolyzují mléčné bílkoviny až na volné aminokyseliny a tím stimulují růst streptokoků.

V jogurtu se tedy projevuje na počátku zrání stimulační účinek streptokoků nad laktobacily, brzy nato stimulační účinek laktobacilů na strptokoky a v konečné fázi zrání se symbióza mění v antibiózu, kdy laktobacily inhibují růst streptokoků.

Proto je důležitý správný poměr mezi oběma druhy bakterií v jogurtu. Podle Hannenberga (cit. Doležálek, 1962) je *S. thermophilus* nejcitlivější bakterií jogurtu a proto v něm může být snadno potlačena.

Hlavními složkami chutě a aroma jogurtu je kyselina mléčná (Tamine a Robinsona, 1985) a chuťové odstíny jsou způsobeny acetaldehydem a diacetylem, které jsou konečnými produkty bakteriálního metabolizmu. Acetaldehyd je složkou metabolizmu sacharidů, proteinů, lipidů a kyseliny nukleové.

Za význačné zjištění je možno považovat skutečnost, že obě geneticky odlišné bakterie vytvářejí jogurt neobsahující alkoholovou dehydrogenázu, takže acetylaldehyd těchto organizmů není redukován na konečný produkt etanol a není vylučován. Proto mléka fermentovaná těmito bakteriemi obsahující acetaldehyd a mají typické jogurtové aroma (Marschallová a spol., 1982). Acetaldehyd může též pocházet z metabolizmu aminokyselin. Mléko obsahuje málo volných aminokyselin a bakterie získávají tedy potřebný dusík proteolýzou kazeinu. Uvolnění acetaldehydu je výsledkem konverze aminokyseliny threoninu na glycin.

Pro *L. bulgaricus* je to pravděpodobně hlavní způsob tvorby aroma (Lees a Jago 1976, Marschallová a Cola 1983).

2.2 Biochemik kvašení jogurtu

Bakterie mléčného kvašení je možno energii dodávat jedině kvašením uhlohydrátů (Lawerwnce a Trzaghi,1970). Laktóza je jediným cukrem přítomným v mléce a jogurtové organizmy ji proto tento účel využívají. Katabolizmus laktózy *S. thermophilus* a *L. bulgaris* se děje uvnitř buňky a odtud vyplývá, že počátečním krokem bude přenést molekulu laktózy membránou buněčné stěny.

Je nejpravděpodobnější, že transport laktózy buněčnou membránou *S. thermophilus* a *L. bulgaricus* je zprostředkován činností enzymu galaktozid permeázy. Mikroorganizmy vlastní enzym beta - D -galaktosidázu, který hydrolyzuje laktózu uvnitř buňky - D - glukózu a beta - D – galaktózu. První monosacharid je metabolizován jak v *S. thermophilus*, tak *L. bulgaricus* v kyselinu mléčnou stejně jako u mléčných streptokoků skupiny N, ale katabolizmus galaktózy mikroorg. jogurtu není zcela vyrovnán. Důkaz o akumulaci galaktózy v jogurtu (Goodenogh a Kleyn,1976, Tamine 1977 a, b) ukazuje, že tento monosacharid není metabolizován ve velké míře a proniká ven skrze buněčnou membránu.

Nicméně druhý enzym, beta - P gal, který se uvádí u *L. bulgaricus* (Permi, Sandine a Ellier, 1972) se u *S. thermophilus* (Somkuti a Steinberg, 1978,1979 a Farrow, 1980) indikuje na relativní aktivitu betagal a beta - P - gal v jogurtových mikroorganizmech, první enzym je normálně aktivnější.

Za přítomnosti enzymů beta - gal - a beta - P - gal v jogurtových organizmech dává vnitrobuněčná hydrolýza laktózy D - glukózu, beta D - galaktózu. Je možné, že galaktóza je katabolizována v kyselinu mléčnou prostřednictvím téhož pochodu D - tagatózy , který je přítomen u mléčných streptokoků skupiny N. V provozní praxi se však pravděpodobně produkce kyseliny mléčné děje prostřednictvím glykolýzy glukózy a v menším rozsahu prostřednictvím procesu využití galaktózy D - tagatózou . Některé startovací kultury jogurtu např. kultura RR, která byla vyvinuta v Holandsku pro zvýšení viskozity jogurtu (Galesloot a Hassing,1966, Tamine a Robinson,1976) produkující patrně glukon sestávající

z alfa - 1 - 6 glykosidických vazeb. Není jasné jak k biosyntéze takových polymerů ze kmenů *S. thermophilus* a *L. bulgaricus* u kultury RR dochází. Protože je však glukoza jediným monosacharidem potřebným pro syntézu polymeru, je možné, že glukoza proniká skrze buněčnou membránu do mléka a v přítomnosti glykozyltransferázy se vytváří polymer.

Produkce kyseliny mléčné v jogurtu

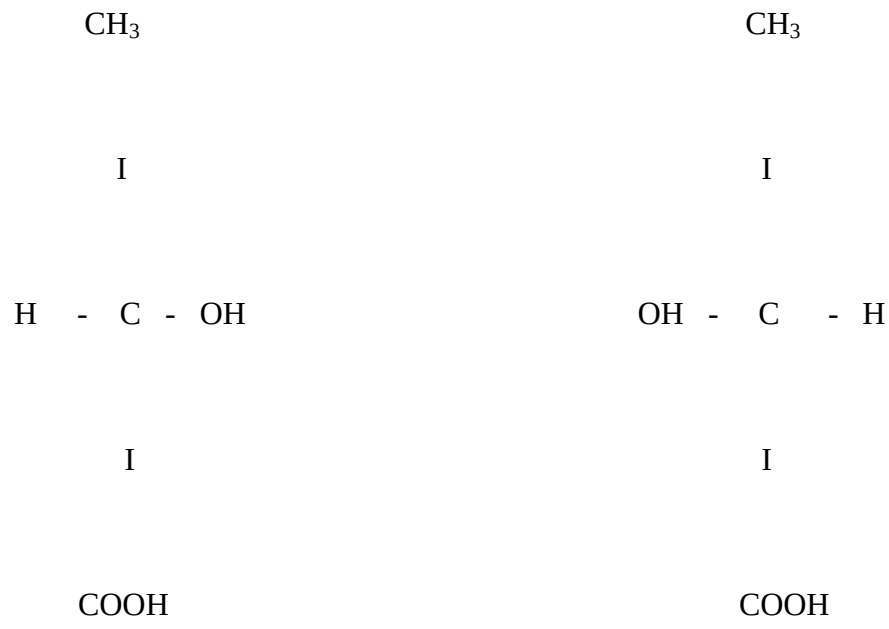
Katabolizmus laktózy *S. thermophilem* a *L. bulgaricem* lze zjednodušeně uvést následující rovnicí :

Laktóza		Voda		Kyselina mléčná
$C_{12}H_{22}O_{11}$	+	H_2O	=	$4\ C_3\ H_6\ O_3$

Vytvořená kyselina mléčná má následující význam:

- napomáhá destilovat micely kazeinu přeměnou koloidního komplexu kalcium fosfátového v rozpustnou kalcium fosfátovou frakci, která přechází difuzí do vodné fáze mléka. Micely kazeinu je postupně zbavují vápníku, což vede při dosažení pH 4,6 - 4,7 ke koagulaci kazeinu a tvorbě gelu. Vytváří se tedy kazeinový komplex + mléčňan vápenatý + fosforečňan vápenatý.

- kyselina mléčná dodává jogurtu distinktivní a charakteristickou chuť a přispívá také k „oříškové“ nebo „aromatické“ příchuti jogurtu. Kyselina mléčná se vyskytuje v jogurtu ve 2 stereoizomerech a sice L (+) a D (-), nebo se vyskytuje jako racemická směs obou izomerů DL +/- . Uvedené stereoizomery se liší konfigurací druhého atomu uhlíku:



D / - / kyselina mléčná L / + / kyselina mléčná

U jogurtových startovacích (matečných) kultur produkuje *St. theraophillus* hlavně kyselinu mléčnou L (+) / Garwie 1978, Hamme, Nardi, Wahl 1981 / a D (-) je produkována L. bulgaricum / Gasser 1970 , 1971 / .

V průběhu výroby jogurtu roste *S. thermophilus* rychleji než *L. bulgaricus* a z toho vyplývá, že nejprve je produkován L /+/ kyselina mléčná a teprve po ní D /-/ kyselina mléčná. Z procentického obsahu kyseliny mléčné lze indikovat způsob očkování, teplotu zrání a chlazení. Jogurt obvykle obsahuje 45 - 60 % kyseliny mléčné typu L /+/ a 40 - 55 % typu D /-/ (Pukan, Bonghegyi a Flüler 1973, Vanderpoorten a Renterghem, 974, Kielwein a Daun, 1980. Blumenthal a Helbling,1974) navrhují pro „dobrý“ jogurt poměr L /+/ : D /-/ = 2. Pro lidskou výživu jsou cenné oba izomery kyseliny mléčné, ale v různých množstvích. L(+) izomer může být přijímán prakticky bez omezení. Racemická kyselina mléčná, případně směs obou forem, kde převládá D /-/ izomer může působit u zdravých jedinců rovněž pozitivně a to při potlačování nežádoucích hnilobných bakterií v tlustém střevě. Maximální denní příjem kyseliny mléčné na 1 kg hmotnosti těla je doporučován WH0 100 mg a s ohledem na příjem kyseliny mléčné v jiných potravinách se pro mlékárenské výrobky uvažují 60 mg na 1 kg hmotnosti těla a den.

Důležitý je poměr L /+/ a D /-/ zejména v potravinách pro kojence a mláďata. Při předávkování izomeru kyseliny mléčné D /-/ může dojít až k tzv. metabolickým acidozam.

2.3 Význam mléčné bílkoviny a sklady aminokyselin pro výživu

Sušený jogurt je koncentrát živočišné bílkoviny. Předností mléčné bílkoviny je její vysoká nutriční hodnota, která je dána obsahem velikého množství exogenních esenciálních aminokyselin.

Nedostatek bílkovin ve výživě se projevuje snížením nejen tělesné váhy, ale i psychické výkonnosti. Vyvolává depresi, antipatii a má zvláště nepříznivý vliv na zdravotní stav nejmenších dětí a vede především k nedostatečnému vývoji dítěte (Lang, 1970).

Organizmus potřebuje denně určité množství esenciálních aminokyselin a dostatečné množství neesenciálních aminokyselin popř. neesenciálních dusíkatých látek (Lang, 1970). Při dostatečném přívodu potřebných aminokyselin je organizmus v dusíkaté rovnováze, tzn., že příjem se rovná jeho vylučování (Kofrányi, 1980). Bílkoviny z různých zdrojů nemají stejnou nutriční hodnotu. Ze živočišných bílkovin mají nejvyšší hodnotu bílkoviny vejce a pak bílkoviny mléčného séra, která mají vyšší nutriční hodnotu než kazein. Čistá utilizace bílkovin (NPO) se pro celkové bílkoviny mléka udává v tabulkách FAO v hodnotách 74,9 - 91,2, pro kazein 68 - 74,3, zatímco hodnoty NPU pro bílkoviny syrovátky se blíží 100 (Černá a kol. 1979). Esenciální aminokyseliny si nedovede lidský organismus vyrobit. Jejich nedostatek vede k různým poruchám organizmu. Pro dospělého člověka se považují za esenciální aminokyseliny histidin, leucin, izoleucin, lyzin, metionin, fenylalanin, thereonin, tryptofan a valin.

Hegated, 1970 konstatuje, že doporučená potřebná množství aminokyselin pro člověka v různých obdobích života se může od skutečné hodnoty značně lišit. Jak uvádí (Halden a kol., 1969) v níže uvedené tabulce stačí množství esenciálních aminokyselin v 1 litru kravského mléka většinou krýt její hodnotu doporučenou denní potřebu. Pro izoleucin, leucin, threonin a valin by stačilo dokonce menší množství než 1 litr kravského mléka, jen v případě metioninu by se požadovalo ke krytí denní potřeby víc než 1 litr kravského mléka. Metionin se tedy stal limitující aminokyselinou mléčných bílkovin.

Tab.4. Esenciální aminokyseliny, krytí denní potřeby mlékem (Halden a kol., 1969)

Esenciální aminokyselina	Minimální denní potřeba g	Doporučený denní příjem g	Obsah v 1 litru mléka g	
			kravského	Ženského
izoleucin	0,70	1,40	1,67	0,75
leucin	1,10	2,20	4,90	2,28
lyzin	0,80	1,60	2,00	0,94
metionin	1,10	2,20	1,10	0,29
fenylalanin	1,10	2,20	1,77	0,77
treonin	0,50	1,00	1,51	0,63
tryptofan	0,25	0,50	0,47	0,31
valin	0,80	1,60	1,71	0,66

Lze tedy předpokládat, že v sušeném jogurtu bude koncentrace esenciálních aminokyselin podstatně vyšší a vzniknou zajímavé poměry v obsahu volných aminokyselin.

Při sušení mléka, jogurtu mají značný význam zejména interakce typu bílkovina - sacharid, které se účastní Maillardovy reakce (Černá a kol., 1979). V důsledku této reakce pak dochází ke ztrátě významné esenciální aminokyseliny lyzinu, který se účastní reakce prostřednictvím volné

ε- aminokyseliny. Interakcí ε- aminokyseliny lyzinu se sacharidy může dojít k tvorbě enzymorezistentních vazeb, tedy ke snížení obsahu využitelného lyzinu, nebo k úplné destrukci lyzinu. V obou případech dochází ke snížení nutriční hodnoty. K výrazným ztrátám dochází pak při zvyšujících se teplotách. Černá a kol.uvádí, že z nutričního hlediska mají mléčné bílkoviny význam i svým vysokým suplementárním účinkem, tj. schopnosti na základě vysokého obsahu esenciální aminokyseliny lyzinu vyrovnat deficit této aminokyseliny v druhé bílkovině. Obě bílkoviny konzumované společně se tedy vyznačují stejně vysokou nebo stejně skoro vysokou biologickou hodnotou jako bílkoviny mléka.

2.4 Výroba jogurtu

Pro výrobu kysaných výrobků je vhodná pouze mléčná surovina s nízkým výskytem celkového počtu mezofilních aerobních a fakultativně anaerobních mikroorganismů. Nežádoucí je především vysoký podíl psychotrofních mikroorganismů, které mohou produkovat metabolity inhibující růst mléčného kvašení. Jsou schopny negativně ovlivnit konzistenci, chuť a vůni výrobků působením proteinas a lipas.

U syrového mléka se provádí standardizace a fortifikace. Standardizace je úprava obsahu tuku, sušiny a tukuprosté sušiny podle požadovaného typu výrobku. Fortifikace je proces zvyšování obsahu sušiny směsi za účelem dosažení požadovaných reologických vlastností.

Dále se provádí tepelné ošetření mléka. Cílem je zničení maximálního množství mikroorganismů, inaktivace enzymů (mikrobiálních a nativních) a inaktivace fágů. Dále se záhřevem snižuje oxidoredukční potenciál a kyselost mléka.

Kysací mléčné kultury se připravují jako provozní zákysy ze sterilního mléka a čistých mlékařských kultur (ČMK), kysané mléčné výrobky jsou pak subkulturou těchto zákysů, kdy substrátem je standardizované mléko.

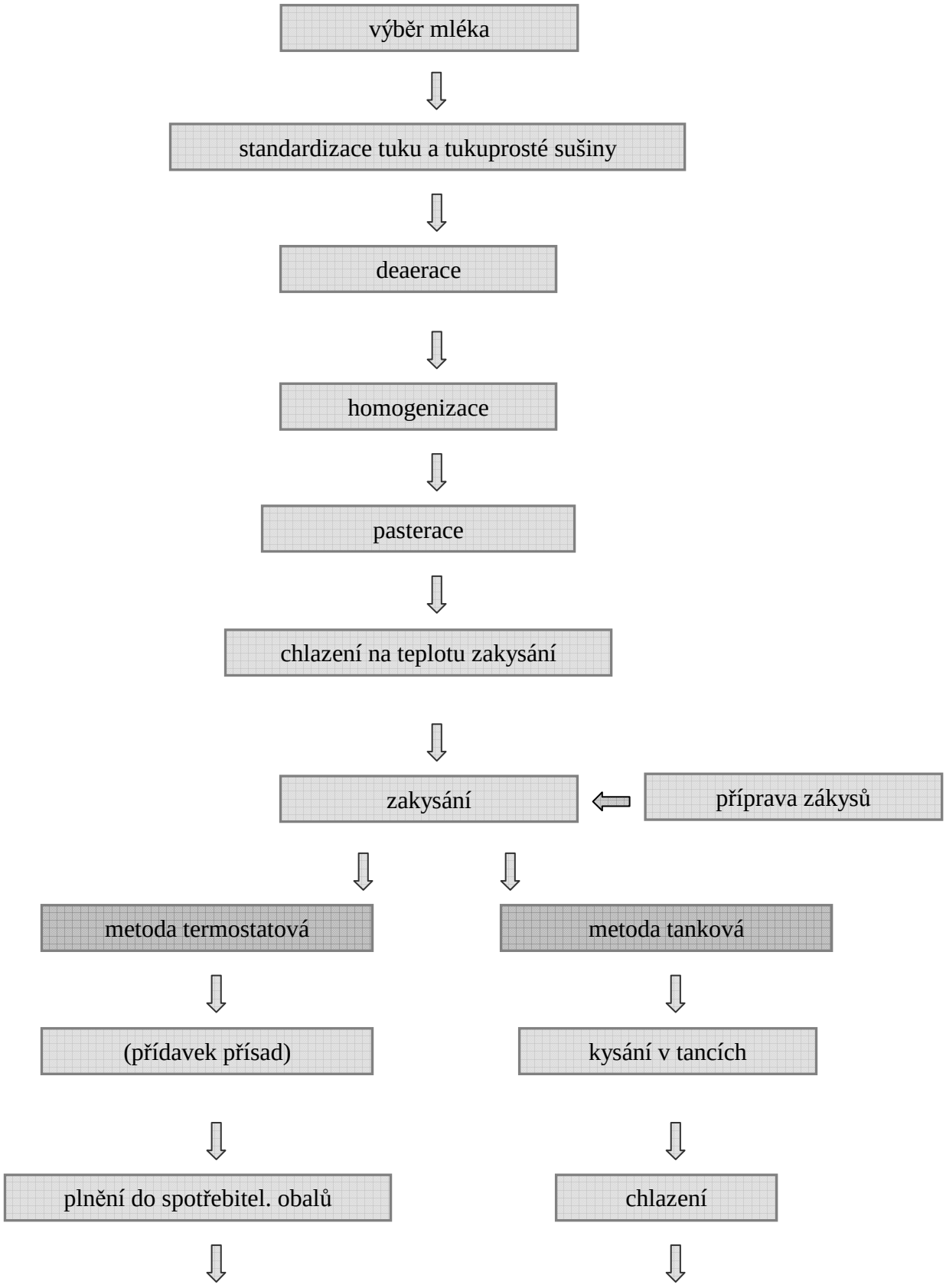
V převažující míře se používají ČMK v tekutém stavu. Pro výrobu fermentovaných mléčných výrobků se používají následující kultury

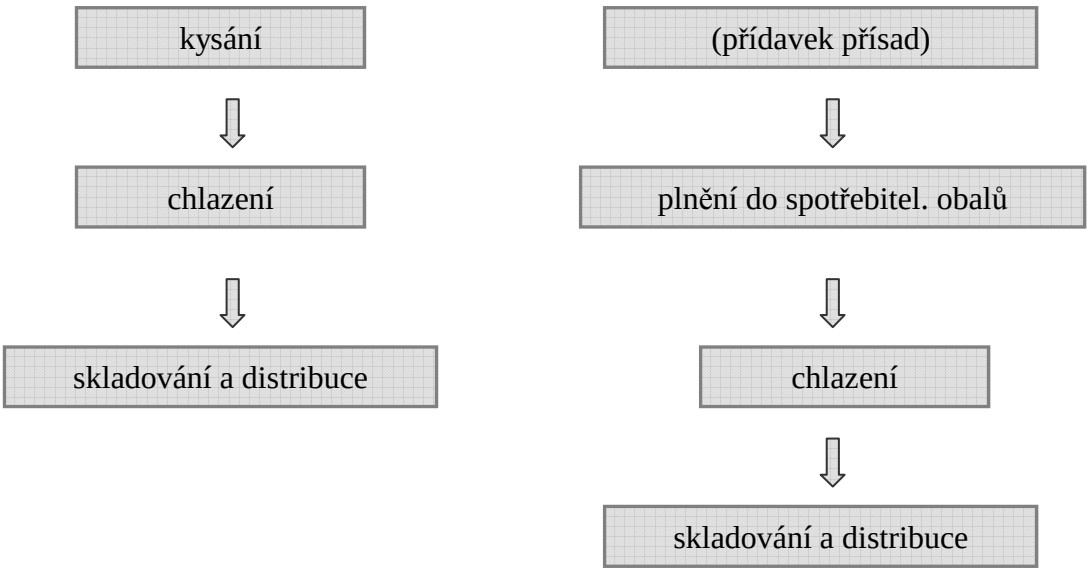
- základní kultury: Monokultury nebo směsné kultury bakterií mléčného kvašení – *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* a *cremoris, Leuconostoc mesenteroides* subsp. *dextranicum* a *cremoris*
- jogurtové kultury: *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus, Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

Fermentace probíhá pomocí klasických jogurtových kultur nebo s použitím kultur doplněných o druhy zvyšující odolnost vůči inhibičním látkám (*Pediococcus acidilactici*) nebo zvyšující dieteticko – léčebné účinky (*Lactobacillus acidophilus, Bifidobacterium* sp.).

Fermentace standardizované, homogenizované a vysokopasterované směsi probíhá buď metodou termostatovou obvykle 3 – 3,5 hodiny při 42 – 45 ^{o}C, nebo tankovou obvykle 16 – 18 hodin při 30 ^{o}C. Variabilita jogurtových výrobků je nesmírná. Jako příklady modifikovaných jogurtových výrobků jsou: sušené a mražené jogurty, jogurty z mléka delaktosovaného, jogurty vitaminizované, obohacené vlákninou, jogurty s přídavkem jiných mik-

roorganismů a stovky druhů jogurtů ochucených nejrůznějšími druhy ovoce, zeleniny a koření, s přídavky stabilizátoru, přírodních syntetických barviv a aromat.





Obr.6. Technologické postupy kysaných mléčných výrobků

3 REOLOGIE JOGURTU

Znalosti na reologické vlastnosti potravinářských výrobků má velký význam pro výrobu, skladování, projektování procesů, rozvoj nových potravinářských výrobků a vytváření jejich kvality. Reologické vlastnosti mohou významně ovlivnit kvalitu potravinářských výrobků. Reologie také provádí objektivní průzkum v odhadu textury potravin, což je schopna optimalizovat formulí, také navrhování a optimalizace technologických procesů a strojů, nářadí a zařízení.

Jogurt je jednou z potravin, v nichž reologické vlastnosti významně ovlivňují jeho kvalitu. Jogurt patří k ne-Newtonovským, viskoelastickým, pseudoplastickým tekutinán. Je to reologicky nestabilní tekutina. Mnoho vědců se zjišťovaly reologické vlastnosti jogurtů z kravského mléka, nicméně znalost reologie jogurt z kozího mléka je výrazně nižší. I když základní složení kozího mléka je podobné složení kravského mléka, ale fyzikálně-chemické vlastnosti obou typů mlék se výrazně lišila od ostatních. Tyto rozdíly pocházejí z rozlišovací struktury, složení a velikosti kaseinových micel, poměry jednotlivých frakcí bílkovin a vyšší množství minerálních solí a nebílkovinných dusíkatých látek v kozím mléce. To nezůstává bez vlivu na reologické vlastnosti jogurtů z kozího mléka. Kyselý gelu z kozího mléka je více choulostivý ve srovnání s gelem z kravského mléka. Navíc, obsah jednotlivých složek v kozím mléce ukazuje velké výkyvy během kojení, proto je nutné použít stejné procesy, které vytvářejí vhodné reologické vlastnosti produktu.

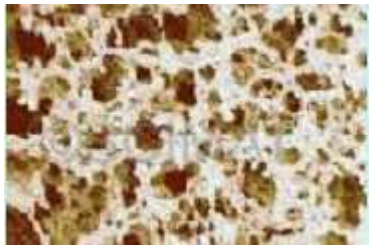
Nejdůležitějšími faktory, které ovlivňují reologické vlastnosti jogurtů, jsou: složení a kvalita zpracování mléka, způsob a úroveň obohacením sušiny komponenty, technologické parametry výroby, přeprava a skladování produktu. Velmi důležitý je také výběr vhodných startovacích kultury odpovědný za okyselení mléka a dává žádoucí senzorické vlastnosti výrobku. Podle Tamime Jedenou z hlavních funkcí mikrobiologické startovací kultury v mléčných výrobcích je přesné zlepšení reologických vlastností výrobku.

Přídavek odtučněného sušeného mléka zlepšuje texturu a snižuje sklon k synerezi. Jogurt z odtučněného mléka vyžadoval delší inkubační dobu a měl vyšší viskozitu, přičemž pří senzorickém hodnocení vyšel lépe než jogurt z plnotučného mléka.

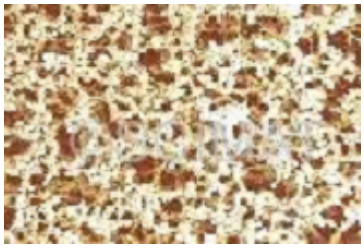
Zvýšení obsahu bílkovin a tuku v mléka za následek zvýšenou pevnost gelu a viskozitu, zatímco klesající poměr kaseinu-na-syrovátkové bílkoviny v mléka za následek zvýšené viskozity, a snížil úroveň synereze. Pokud tento poměr klesá, může vést k rychlejšímu rozvoji pH v jogurtu. Nejvyšší viskozita byla pozorována u mléka zahřátého na 137 ° C, zatímco nejnižší hodnota byla u mléka zahřátého na 65 ° C.

Zvýšení obsahu sušiny, zejména množství bílkoviny v jogurtu, obecně zvyšuje hustotu sítě bílkovin a snižuje velikost pórů. V důsledku toho je více pevně vázané vody v přípravku. Toto opatření v jogurtu může být dosaženo přidáním mléka, syrovátky v prášku nebo sušeného mléka. Rozdíly v mikrostruktuře jogurtu s obsahem 12,5%, 20% a 30% celkové mléčné sušiny z přidaného sušeného mléka, jsou uvedeny níže:

Obr.7. Mléčná sušina 10 %



Obr.8. Mléčná sušina 15 %



Obr.9. Mléčná sušina 20 %

Celkový obsah pevných látek má také velký vliv na schopnost jogurt do vody. To je zřejmé z výše uvedených mikrofotografií, které vykazují struktury vzorků jogurt s 10, 15, a 20% celkové sušiny. Čím vyšší je obsah sušiny, tím je hustší síť bílkovin a menší póry, a tím silnější je voda vázaná v jogurtu. Tradičně, mléko používané na výrobu jogurtu je odpařené zahříváním, ale v současné době celkový obsah pevných látek je řízen přídavkem mléka jako pevné látky, jako jsou mléko nebo mléčné sušiny. Kyselost (vyjádřená jako pH, která udává koncentraci vodíkových iontů) v jogurt také hraje důležitou roli. Většina jogurtů mají svou hodnotu pH v rozmezí 4,0 až 4,4. Přítomnost zahušťovacích činidel, jako jsou škrob, želatina, nebo různé rostlinné subjekty, jako jsou karagenan snižují syneresy ale můžou ovlivnit senzorické vlastnosti, které nejsou vítané u některých spotřebitelů vzhledem k tomu, že ostatním se mohou líbit (např. zvýšená viskozita).

ZÁVĚR

Cílem mé práce bylo zjistit, jak sušené mléko ovlivňuje reologické vlastnosti jogurtu. Vše záleží na sušině sušeného mléka, která ovšem není u všech stejná. Záleží jednak na způsobu sušení a pak také na druhu sušeného mléka. U sprayového sušení je sušina podstatně větší než u válcového sušení. Zvýšení obsahu sušiny, zejména množství bílkoviny v jogurtu, obecně zvyšuje hustota sítě bílkovin a snižuje velikost pórů. Čím vyšší je obsah sušiny, tím je hustší síť bílkovin a menší póry a tím hustší je výsledný jogurt.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Tetra Pak Processing Systems AB S-221 86 Lund, Sweden: Dairy processing handbook

Doc. Ing. Hrabě J., Ph.D., Ing. Buňka F., Ph.D., Prof. Ing. Hoza I., CSc., Prof. Ing. Březina P., CSc.: Technologie výroby potravin živočišného původu (2007)

Blumenthal A.,Helbing K. : Dairy Science Abstracts (1974,36)

Březina P.,Plocková M.,Jelínek : „Nový pohled na fermentiované mléčné výrobky

Černá M. a kolektiv : Nutriční hodnota mléka a mléčných výrobků 1979

Černá M. a kolektiv : dtto

Černá M. a kolektiv : dtto

Cvak, Čurda, Dröhslerová,Pavelka : Průmysl potravin č.4,1988

Doležálek J. : Mikrobiologie mlekarenského a tukového průmyslu, 1962

Doležálek J. : dtto

Galesloot, Hassing (1966) Robinson (1978) Luczynska (1978) – citace A. Y. Tamime, R. K. Robinson „Yoghurt – Science and Technology“

Garvie E. I. (1978) : Journal of Dairy Research

Gasser F. (1970) : Journal of General Microbiology

Geodenough E. R. , Kleyn D. H. (1976) : Journal of Science

Halden W. a kolektiv : Milch un Milchprodukte in der Ernährung u. Diektätik (1969)

Kilara A. , Shakoni K. M. , 1978 : XXth International Dairy Congres

Kofrónyi E. , : Ernährungsusmschau

Lang K. : Biochemie der Ernährung, Darmstadt , Steinkopff (1970)

Laurence R. C. , Thomas T. P. , Terzaghi B.E. : Journal of Dairy Research

Lees G.J. , Jago G. R. (1976 a,b) : Journal of Dairy Research , 1982

Mann E.J. (1978) : Dairy Industries International

Marschallová a kolektiv : Journal of Dairy Research (1982)

Permi , Sandine, Elliker (1972) viz citace A.Y. Tamime, R.K. Robinson „Yoghurt – Science and Technology“ 1985

Puhan, Bonghegyi, Flüler (1973) : citace Tamime, Robinson „Yoghurt – Science and Technology“ 1985,Vonderpoorten,Renterghem (1974) Kielwen,Daun (1980)

Simhaeé E. , Keshavarz K. (1974) : Journal of Poultry Science

Somkuti G. A. , Steinberg D. H. (1979 a) : „Journal of Applied Biochemistry

Tamime A. Y. , Robinson R.K. : Yoghurt – Science and Technology (1985)

Tamme A. Y. (1977 a) : In Some Aspects od the Production of youghurt and Conden yoghurt

Tamime A. Y. (1977 b) : Dairy Industries International

Tamime A. Y. , Robinson R.K. (1985) : Yoghurt – Science and Technology

www.ejpau.media.pl

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr.1. Průměrné složení kravského mléka (v hm.%)

Obr.2. Křivka sušení

Obr.3. Schéma válcové sušárny

Obr.4. Schéma sprayové sušárny

Obr.5. Schéma fluidní sušící skříně

Obr.6. Technologické postupy kysaných mléčných výrobků

Obr.7. Mléčná sušina 10 %

Obr.8. Mléčná sušina 15 %

Obr.9. Mléčná sušina 20 %

SEZNAM TABULEK

Tab.1. Průměrný obsah jednotlivých živin v 1 litru kravského mléka

Tab.2. Složení sušeného mléka

Tab.3. Typické vlastnosti sprayově sušeného mléka

Tab.4. Esenciální aminokyseliny, krytí denní spotřeby mlékem