

# 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

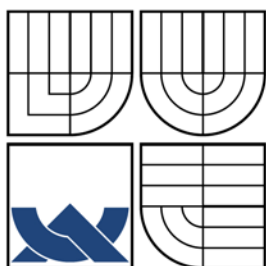
PŘÍDAVEK OXIDU UHLIČITÉHO DO MLÉKA PRO VÝROBU SÝRŮ

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

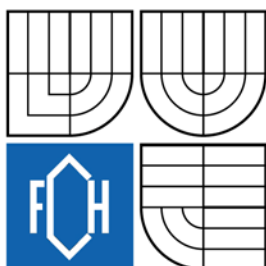
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. PETRA KRÁLOVÁ

BRNO 2010



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

# PŘÍDAVEK OXIDU UHLIČITÉHO DO MLÉKA PRO VÝROBU SÝRŮ

THE ADDITION OF CARBON DIOXIDE TO MILK FOR CHEESE PRODUCTION

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

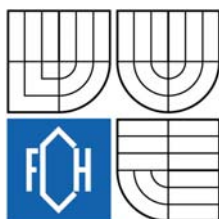
**Bc. PETRA KRÁLOVÁ**

**VEDOUcí PRÁCE**

SUPERVISOR

**Ing. MILOŠ KVASNIČKA**

BRNO 2010



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

## Zadání diplomové práce

Číslo diplomové práce: **FCH-DIP0380/2009** Akademický rok: **2009/2010**  
Ústav: Ústav chemie potravin a biotechnologií  
Student(ka): **Bc. Petra Králová**  
Studijní program: Chemie a technologie potravin (N2901)  
Studijní obor: Potravinářská chemie a biotechnologie (2901T010)  
Vedoucí diplomové práce: **Ing. Miloš Kvasnička**  
Konzultanti diplomové práce: Ing. Eva Vítová, Ph.D.

### Název diplomové práce:

Přidavek oxidu uhličitého do mléka pro výrobu sýru

### Zadání diplomové práce:

1. Zpracování literárního přehledu zaměřeného na:
  - chemické složení mléka a změny složek při přidavku oxidu uhličitého
  - technologický postup výroby sýru bez a s přidavkem oxidu uhličitého
2. Výběr vhodné metody pro senzorické hodnocení bílého sýru
3. Sledování senzorických rozdílů při výrobě sýru bez a s přidavkem oxidu uhličitého
4. Sledování rozdílů v sušině a ve výtěžnosti při výrobě sýru bez a s přidavkem oxidu uhličitého
5. Výpočet ekonomiky provozu pro sýr bez a s přidavkem oxidu uhličitého, nalezení optimálního přídavku oxidu uhličitého pro ekonomiku provozu
6. Porovnání výhod a nevýhod pro zákazníky s přínosem pro výrobce

### Termín odevzdání diplomové práce: 14.5.2010

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

-----  
Bc. Petra Králová  
Student(ka)

-----  
Ing. Miloš Kvasnička  
Vedoucí práce

-----  
doc. Ing. Jiřina Omelková, CSc.  
Ředitel ústavu

V Brně, dne 1.12.2009

-----  
prof. Ing. Jaromír Havlica, DrSc.  
Děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Tato práce pojednává o přidavku oxidu uhličitého do mléka určeného pro výrobu sýrů. Cílem práce bylo nejprve zpracovat literární rešerši zaměřenou na chemické složení mléka a jeho změny po přidavku oxidu uhličitého a popsat technologické postupy výroby s přidavkem oxidu uhličitého i bez něho. Úvodní část byla zaměřena především na výrobu sýru s oxidem uhličitým a co vše tento plyn ve výrobě způsobuje. Oxid uhličitý významně snižuje hodnotu pH, čímž zabraňuje množení nežádoucích mikroorganismů, velice důležitý je pro zkrácení výrobní doby, neboť zkracuje koagulační čas.

Hlavním cílem experimentální části bylo určit optimální přídavek oxidu uhličitého do mléka na výrobu Balkánského sýru a pomocí vybraných analytických metod porovnat sýry vyrobené s přidavkem a bez přidavku oxidu uhličitého. Dále byly vybrány a aplikovány sensorické metody, vhodné pro sledování sensorických rozdílů vyráběných sýrů.

Na přání zadavatele diplomové práce, Mlékárna Polná, spol. s r.o., byl proveden výpočet ekonomiky provozu, z něhož vyplynulo, že výroba s oxidem uhličitým je velice výhodná a dané provozovně by snížila náklady na výrobu Balkánského sýru, což by pro provozovnu mělo určitě pozitivní dopad.

V závěru práce byly pak porovnány výhody a nevýhody, které by přinášela výroba sýrů s oxidem uhličitým zákazníkům a i výrobci.

## **ABSTRACT**

This work deals with the addition of carbon dioxide to milk for cheese production. The first aim was to elaborate a literary search focused on chemical composition of milk and its changes after addition of carbon dioxide and to describe production processes, with or without addition of carbon dioxide. The opening part was in particular focused on production of cheese with carbon dioxide and what all this gas causes during production. Carbon dioxide significantly decreases pH, thereby preventing from multiplication of undesirable microorganisms, it is also very important for shortening of production time, because it shortens the coagulation time.

The main aim of experimental part was to determine the optimum addition of carbon dioxide to milk for production of Balkan cheese and using several analytical methods to compare cheese produced with and without addition of carbon dioxide. The sensory methods suitable for following of sensory differences of produced cheeses were also chosen and applied.

By request of Dairy in Polná Ltd., the operation economy was calculated, which revealed that production with carbon dioxide is very useful and can reduce production costs of Balkan cheese, which would certainly be positive.

The advantages and disadvantages of cheese production with carbon dioxide for consumers as well as for producer are evaluated as conclusion of this work.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Sýr, oxid uhličitý, sušina, sensorické hodnocení

## **KEYWORDS**

Cheese, carbon dioxide, dry matter, sensory evaluation

KRÁLOVÁ, P. *Přídavek oxidu uhličitého do mléka pro výrobu sýrů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2010. 82 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Miloš Kvasnička.

## PROHLÁŠENÍ

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

.....  
podpis studenta

## PODĚKOVÁNÍ:

*Touto cestou bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce, Ing. Miloši Kvasničkovi, za čas, který mi věnoval, a cenné rady, které mi uděloval při zpracování mé diplomové práce.*

*Současně bych chtěla poděkovat konzultantce Ing. Evě Vítové, Ph.D., za vstřícnost, trpělivost, ochotu, odborné vedení a připomínky, díky kterým jsem mohla svou diplomovou práci dokončit.*

## OBSAH

|  |    |
|--|----|
| ÚVOD .....   | 8  |
| 1. TEORETICKÁ ČÁST .....   | 9  |
| 1.1. MLÉKO A SÝRY .....  | 9  |
| 1.1.1. Obecná charakteristika mléka a sýrů .....                                   | 9  |
| 1.2. SRÁŽENÍ MLÉKA .....   | 9  |
| 1.3. KYSELÉ SRÁŽENÍ .....  | 9  |
| 1.3.1. Chemické srážení - vliv organických kyselin na kyselost prostředí .....     | 9  |
| 1.3.1.1. Oxid uhličitý .....   | 10 |
| 1.3.2. Mikrobiologické srážení - vliv bakterií mléčného kysání při koagulaci ..... | 11 |
| 1.3.2.1. Hlavní požadavky na použité kultury .....                                 | 12 |
| 1.4. SYŘIDLOVÉ SRÁŽENÍ MLÉKA (SLADKÉ SRÁŽENÍ) .....                                | 13 |
| 1.4.1. Jednotlivé fáze srážení mléka syřidlem .....                                | 13 |
| 1.5. SPOLUPŮSOBENÍ SLADKÉHO A KYSELÉHO SRÁŽENÍ .....                               | 13 |
| 1.6. CHEMICKÉ SLOŽENÍ MLÉKA .....  | 14 |
| 1.6.1. Bílkoviny .....   | 15 |
| 1.6.2. Sacharidy .....   | 16 |
| 1.6.3. Lipidy .....  | 16 |
| 1.6.3.1. Mléčný tuk .....  | 16 |
| 1.6.3.2. Triacylglyceroly .....  | 17 |
| 1.6.3.3. Mastné kyseliny .....   | 17 |
| 1.6.3.4. Fosfolipidy .....   | 18 |
| 1.6.3.5. Steroly .....   | 18 |
| 1.6.3.6. Karotenoidy .....   | 19 |
| 1.6.4. Vitaminy .....  | 19 |
| 1.6.4.1. Vitaminy rozpustné v tucích .....   | 19 |
| 1.6.4.2. Vitaminy rozpustné ve vodě .....  | 19 |
| 1.6.5. Enzymy .....  | 20 |
| 1.6.5.1. Nativní enzymy .....  | 20 |
| 1.6.5.2. Mikrobiální enzymy .....  | 21 |
| 1.6.6. Hormony mléka .....   | 21 |
| 1.6.7. Protilátky .....  | 21 |
| 1.6.8. Voda v mléku .....  | 22 |
| 1.6.9. Minerální látky .....   | 22 |
| 1.6.10. Plyny .....  | 22 |
| 1.7. ZMĚNY SLOŽEK MLÉKA PO PŘÍDAVKU OXIDU UHLIČITÉHO .....                         | 22 |
| 1.8. TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY SÝRU BEZ PŘÍDAVKU OXIDU UHLIČITÉHO .....          | 24 |
| 1.8.1. Úprava mléka před sýřením .....   | 25 |
| 1.8.2. Sýření mléka .....  | 25 |
| 1.8.3. Zpracování sýřeniny .....   | 25 |
| 1.8.4. Formování sýrů, odkapávání .....  | 26 |
| 1.8.5. Solení .....  | 27 |
| 1.8.6. Zrání sýrů, balení .....  | 28 |

|           |  |    |
|-----------|--|----|
| 1.8.7.    | Kontrola výroby .....  | 29 |
| 1.9.      | TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY SÝRU S PŘÍDAVKEM OXIDU UHLÍČITÉHO .....        | 29 |
| 1.9.1.    | Úprava mléka před sýřením .....  | 30 |
| 1.10.     | VÝHODY NOVÝCH TECHNOLOGIÍ PRO ZÁKAZNÍKA .....                              | 31 |
| 1.11.     | SENZORICKÁ ANALÝZA .....   | 32 |
| 1.11.1.   | Rozdíl mezi senzorickou analýzou a fyzikální nebo chemickou analýzou ..... | 32 |
| 1.11.2.   | Metodické otázky senzorické analýzy .....                                  | 32 |
| 1.11.3.   | Hodnotitel (posuzovatel) při senzorické analýze .....                      | 32 |
| 1.11.4.   | Použité laboratorní metody senzorické analýzy potravin .....               | 32 |
| 1.11.4.1. | Párová zkouška .....   | 33 |
| 1.11.4.2. | Zkouška duo-trio .....   | 33 |
| 1.11.4.3. | Stupnicová metoda .....  | 33 |
| 1.11.4.4. | Profilové metody .....   | 33 |
| 2.        | EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....  | 34 |
| 2.1.      | LABORATORNÍ VYBAVENÍ .....   | 34 |
| 2.1.1.    | Pomůcky .....  | 34 |
| 2.1.2.    | Přístroje .....  | 34 |
| 2.1.3.    | Výrobní zařízení .....   | 34 |
| 2.1.4.    | Chemikálie .....   | 34 |
| 2.1.5.    | Syřidlový koagulant .....  | 34 |
| 2.1.6.    | Růstové médium .....   | 35 |
| 2.1.7.    | Kultury .....  | 35 |
| 2.1.8.    | Živné půdy .....   | 35 |
| 2.1.9.    | Plyny .....  | 35 |
| 2.2.      | PODMÍNKY PŘI VÝROBĚ SÝRU S CO <sub>2</sub> .....                           | 35 |
| 2.3.      | PODMÍNKY PŘI VÝROBĚ SÝRU BEZ CO <sub>2</sub> .....                         | 35 |
| 2.4.      | VZORKY .....   | 35 |
| 2.5.      | POUŽITÉ METODY .....   | 37 |
| 2.5.1.    | Stanovení kyselosti mléka .....  | 37 |
| 2.5.1.1.  | Zkouška podle Soxhleta-Henkela – titrační kyselost .....                   | 37 |
| 2.5.1.2.  | Aktivní kyselost mléka .....   | 37 |
| 2.5.2.    | Stanovení obsahu tuku v mléku podle Gerbera (provozní metoda) .....        | 38 |
| 2.5.3.    | Stanovení hustoty mléka .....  | 38 |
| 2.5.4.    | Stanovení sušiny a vody v sýru .....                                       | 39 |
| 2.5.5.    | Stanovení obsahu tuku v sýru dle Van Gulika .....                          | 40 |
| 2.5.6.    | Výtěžnost při výrobě sýru .....  | 40 |
| 2.5.7.    | Mikrobiologické vyšetření plotnovou metodou .....                          | 41 |
| 2.5.7.1.  | Stanovení počtu koliformních mikrobů .....                                 | 41 |
| 2.5.7.2.  | Stanovení počtu kvasinek a plísní .....                                    | 41 |
| 2.6.      | SENZORICKÁ ANALÝZA .....   | 42 |
| 2.6.1.    | Hodnotitelé .....  | 42 |
| 2.6.2.    | Podmínky senzorického hodnocení .....                                      | 42 |
| 2.6.3.    | Příprava a předkládání vzorků při senzorickém hodnocení .....              | 42 |
| 2.6.4.    | Metody využití pro senzorické hodnocení Balkánského sýru .....             | 42 |
| 2.6.5.    | Vyhodnocení jednotlivých metod senzorické analýzy .....                    | 43 |

|   |    |
|---|----|
| 2.6.5.1. Statistické zpracování výsledků senzorické analýzy.....                        | 43 |
| 2.7. STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ ANALYTICKÝCH VÝSLEDKŮ .....                                 | 43 |
| 2.7.1. Aritmetický průměr .....   | 43 |
| 2.7.2. Směrodatná odchylka .....  | 43 |
| 2.7.3. Interval spolehlivosti .....   | 44 |
| 3. VÝSLEDKY A DISKUZE.....  | 45 |
| 3.1. OPTIMÁLNÍ PŘÍDAVEK CO <sub>2</sub> .....   | 45 |
| 3.2. VÝTĚŽNOST PŘI VÝROBĚ SÝRŮ .....  | 46 |
| 3.3. ROZDÍL OBSAHU SUŠINY PŘI VÝROBĚ SÝRŮ S CO <sub>2</sub> A BEZ CO <sub>2</sub> ..... | 47 |
| 3.4. DISKUZE VHODNÉHO PŘÍDAVKU OXIDU UHLIČITÉHO .....                                   | 48 |
| 3.5. VÝPOČET EKONOMIKY PROVOZU.....   | 50 |
| 3.5.1. Výpočet ekonomiky provozu s CO <sub>2</sub> .....                                | 50 |
| 3.5.2. Výpočet ekonomiky provozu bez CO <sub>2</sub> .....                              | 50 |
| 3.6. SENZORICKÉ HODNOCENÍ BALKÁNSKÝCH SÝRŮ.....   | 52 |
| 3.6.1. Vyhodnocení preference různě vyráběného Balkánského sýru .....                   | 52 |
| 3.6.2. Vyhodnocení stupnicových metod .....   | 53 |
| 3.6.2.1. Vyhodnocení vzhledu.....   | 54 |
| 3.6.2.2. Vyhodnocení vůně.....  | 54 |
| 3.6.2.3. Vyhodnocení textury .....  | 55 |
| 3.6.2.4. Vyhodnocení chuti .....  | 56 |
| 3.6.2.5. Vyhodnocení deskriptorů vůně .....   | 56 |
| 3.6.2.6. Vyhodnocení deskriptorů chuti .....  | 60 |
| 3.6.2.7. Vyhodnocení celkového dojmu vzorku.....  | 64 |
| 3.6.3. Vyhodnocení metody duo-trio .....  | 65 |
| 3.6.3.1. Testování kvality (úspěšnosti) hodnotitelů .....                               | 65 |
| 3.7. POROVNÁNÍ VÝHOD A NEVÝHOD PRO ZÁKAZNÍKA S PŘÍNOSEM PRO VÝROBCE .....               | 66 |
| 4. ZÁVĚR.....   | 68 |
| 5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ.....   | 70 |
| 6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ .....   | 74 |
| 7. SEZNAM PŘÍLOH .....  | 76 |



## ÚVOD

Přidávání CO<sub>2</sub> do mléka je jedna z metod zkvalitňující mléko pro výrobu sýrů. CO<sub>2</sub> vzniká přirozeně v mléku, ale většina CO<sub>2</sub> je odstraněna během zpracování mléka. Přidávaný oxid uhličitý do mléka slouží k snížení hodnoty pH mléka, původní hodnota pH je u mléka snížena o 0,1 až 0,3 jednotek pH podle přidaného množství CO<sub>2</sub>. Toto snížení hodnoty pH má za následek kratší koagulační čas. Účinek stejného koagulačního času, jako bez použití přídavku CO<sub>2</sub> lze dosáhnout snížením množství použitého syřidla. Rychlost vstřiku plynu a doba kontaktu CO<sub>2</sub> s mlékem před přídavkem syřidla je nutné optimalizovat a vypočítat až po nainstalování celého systému výroby sýrů. Při používání přísady CO<sub>2</sub> je možnost snížení množství syřidla až o polovinu, přičemž nejsou pozorovány žádné negativní dopady na konečný produkt [1].

Navíc ošetření mléka CO<sub>2</sub> má pozitivní efekt na uvolňování glykomakropeptidu během enzymatického gelovatění [2].

Pokud se rozhodneme oxid uhličitý přidávat do potravinářských výrobků, musí splňovat požadavky Vyhlášky 54/2002 Sb., kterou se stanovují zdravotní požadavky na identitu a čistotu přídatných látek [3].

# 1. TEORETICKÁ ČÁST

## 1.1. Mléko a sýry

### 1.1.1. Obecná charakteristika mléka a sýrů

Vyhláška 370 ze dne 26. září 2008, kterou se mění Vyhláška 77/2003 Sb., stanovuje požadavky pro mléko a mléčné výrobky, mražené krémy a jedlé tuky a oleje. Podle ČSN 370/2008 Sb. se mlékem označuje mléko splňující požadavky zvláštních právních předpisů a ošetření podle zvláštních právních předpisů; sýrem se označuje mléčný výrobek vyrobený vysrážením mléčné bílkoviny z mléka působením syřidla nebo jiných vhodných koagulačních činidel, prokysáním a oddělením podílu syrovátky [4].

## 1.2. Srážení mléka

Základem výroby sýrů, tvarohů a kaseinů je srážení mléka. Srážení mléka je významnou technologickou vlastností, která souvisí s jeho přechodem ze stavu koloidního roztoku (solu), do stavu sraženiny (gelu). Druhotným jevem srážení mléka je další postupné stahování se sraženiny a uvolňování syrovátky z něj (synerese). Mléko lze srážet mnoha způsoby. Ne každý způsob je však prakticky využitelný a vhodný, zejména z hlediska zdravotního [5, 6].

Mléko lze srážet těmito způsoby:

1. kyselinami organickými i anorganickými (kyselé srážení mléka používané při výrobě kyselých sýrů a kyselého kaseinu),
2. syřidlovými enzymy (sladké srážení při výrobě sýrů),
3. kombinací kyselého a sladkého srážení [6].

## 1.3. Kyselé srážení

### 1.3.1. Chemické srážení - vliv organických kyselin na kyselost prostředí

Organické kyseliny a také některé středně silné anorganické kyseliny mají důležitou roli při různých procesech potravinářské technologie, a proto se využívá nejen jejich přirozeného výskytu, ale v řadě případů se používají také jako potravinářská aditiva. Nejvýznamnější funkcí potravinářských kyselin je snižování hodnoty pH a zvyšování titrační kyselosti. Podobně jako anorganické kyseliny mají i organické kyseliny schopnost disociovat a odštěpovat tak vodíkový kation. Množství odštěpených vodíkových iontů nezávisí jen na koncentraci kyselin, ale především na disociační konstantě kyseliny. Při volbě organických kyselin jako potravinářských aditiv je třeba mít v patrnosti jejich vliv na organoleptické vlastnosti výrobku. Přísadou kyselin se nemají tvořit nerozpustné vápenaté nebo hořečnaté soli, které bývají příčinou zákalů nežádoucích z hlediska senzorické kvality [7].

Organické i anorganické kyseliny jsou přirozenými složkami mnohých potravin. Jsou to především produkty metabolismu a ústrojných složek potravin. Kyseliny jako potravinářská aditiva se nejčastěji používají ke korekci chuti, jako horní mez vnímání se uvádí pH kolem 4,2 až 4,6. Kromě toho také kyseliny zlepšují emulgační vlastnosti a schopnost vázat vodu. Kyselá chuť se připisuje vodíkovým iontům [7].

### 1.3.1.1. Oxid uhličitý

Oxid uhličitý lze zařadit do skupiny nosičů a rozpouštědel a především konzervantů. Oxid uhličitý je veden pod E 290. V ČR je tento plyn použitelný bez omezení. Dodává se v tlakových lahvích označených černým pruhem [8].

Oxid uhličitý je prchavý, bezbarvý plyn, který ve vodném prostředí se chová jako slabá kyselina, která přivodí rychlou změnu pH mléka při nízkém tlaku a snadno lze odstranit při podtlaku. Kromě toho je CO<sub>2</sub> obvykle používán na prodloužení uskladnění mléka a odstranění nežádoucích plísní a bakterií. Fyzikální a chemické vlastnosti oxidu uhličitého jsou shrnuty v Tab. 1 [9].

Tab. 1 Fyzikální a chemické vlastnosti oxidu uhličitého [10, 11].

| Název   | Oxid uhličitý   |
|---|---|
| Vzorec  | CO <sub>2</sub>   |
| Molární hmotnost [g. mol <sup>-1</sup> ]                                | 44,01   |
| Hustota [kg. m <sup>-3</sup> ]  | 1,951 (hustota při teplotě 0°C a tlaku 10 <sup>5</sup> Pa)              |
| Měrná plynová konstanta [kJ.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]         | 0,1888  |
| Teplota tání [°C]   | - 56,6 (teplota tání při tlaku 10 <sup>5</sup> Pa)                      |
| Teplota varu [°C]   | - 78,5 (teplota tání při tlaku 10 <sup>5</sup> Pa)                      |
| Kritická teplota [°C]   | 31,04   |
| Hustota v kritickém stavu [kg. m <sup>-3</sup> ]                        | 468   |
| Kritický tlak [10 <sup>5</sup> Pa]                                      | 73,81   |
| Měrná tepelná kapacita [kJ.kg <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]          | 0,833 (při stálém tlaku a teplotě 15°C)                                 |
| Poissonova konstanta (poměr měrných tepel) [-]                          | 1,304   |
| Dynamická viskozita [10 <sup>-6</sup> Pa.s]                             | 13,9 (při teplotě 0°C)  |
| Tepelná vodivost [10 <sup>-3</sup> W.m <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ] | 13,90 (při teplotě 0°C)   |
| Faktor stlačitelnosti [-]   | 0,9942 (při tlaku 10 <sup>5</sup> Pa a teplotě 15 °C)                   |
| Měrná tíha [-]  | 1,521 (při tlaku 10 <sup>5</sup> Pa a teplotě 21 °C)                    |
| Měrný objem [m <sup>3</sup> kg <sup>-1</sup> ]                          | 0,547 (při tlaku 10 <sup>5</sup> Pa a teplotě 21 °C)                    |
| Měrné teplo [kJ.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]                    | 0,037 při stálém tlaku 10 <sup>5</sup> Pa a teplotě 25°C)               |
| Tepelná kapacita [kJ.mol <sup>-1</sup> .K <sup>-1</sup> ]               | 0,028 (při konstantním objemu, tlaku 10 <sup>5</sup> Pa a teplotě 25°C) |

Jedná se o plyn, který je 1,5krát těžší než vzduch, plyn bez barvy a zápachu. Dobře se rozpouští ve vodě. Při zvyšování jeho koncentrace ve vodě se snižuje pH (dochází k okyselení). Jedná se o nehořlavý plyn, který je toxický nad hodnotou 5 g.l<sup>-1</sup>. Na rozdíl od oxidu uhelnatého je podstatně méně reaktivní, za obvyklé teploty stálý. Silným ochlazením oxidu uhličitého se získá pevný oxid uhličitý, tzv. suchý led [10, 11].

Oxid uhličitý se přirozeně vyskytuje v mléce a zpomaluje metabolickou činnost přítomných mikroorganismů v mléce. Nové metody s přidáváním oxidu uhličitého do mléka slouží pro zlepšení skladovatelnosti mléka a u finálních výrobků z mléka je zlepšena kvalita a především výnosy rozmanitých mlékárenských produktů [12].

V potravinářské výrobě je nutné používat plyn CO<sub>2</sub>, který odpovídá potravinářské kvalitě. Požadavky na kvalitu potravinářských plynů upravuje vyhláška Ministerstva zdravotnictví ČR č. 54/2002 Sb., s pozdější změnou vyhlášky 319/2007 Sb. [13].

Výchozí surovina pro plynný oxid uhličitý je hluboce zchlazený zkapalněný plyn, který splňuje také požadavky ČSN 65 1742 pro potraviny a nápoje dle EIGA. V Tab. 2 je uvedeno, kolik znečištění může obsahovat potravinářský CO<sub>2</sub> [3].

**Tab. 2** Kvalitativní znaky potravinářského CO<sub>2</sub> [3, 13].

| Kvalitativní znaky             |               |
|--------------------------------|---------------|
| Čistota, obsah CO <sub>2</sub> | > 99,6 % obj. |
| Amoniak                        | < 2,5 µl/l    |
| Oxid uhelnatý                  | < 10 µl/l     |
| Oxidy dusíku + dusičnany       | < 2,5 µl/l    |
| Netěkavé nečistoty             | < 10 µl/l     |
| Kyslík                         | < 30 µl/l     |
| Vlhkost                        | < 20 µl/l     |
| Aromatické uhlovodíky          | < 0,02 µl/l   |
| Lehké uhlovodíky               | < 20 µl/l     |
| Celková síra                   | < 0,1 µl/l    |
| Obsah olejů                    | < 100 µl/l    |

### 1.3.2. Mikrobiologické srážení - vliv bakterií mléčného kysání při koagulaci

Mikroorganismy v mlékárenství mají významné poslání nejen zdravotní, ale také hygienické a technické. Hlavní význam mají zejména psychrotrofní lipolytické a proteolytické mikroorganismy, dále termofilní, termorezistentní, indikátorové a kyselinotvorné mikroorganismy [5].

Mezofilní kultury, které mají optimum růstu kolem 20 až 35 °C, jsou používané pro sýry, při kterých se používá mírnější teplota (např. při výrobě sýru Čedar, Gouda). Termofilní kultury se dají použít i při vyšších teplotách, hlavně při výrobě Ementálu. Smíšené kultury různých druhů mikroorganismů slouží hlavně k dosažení co nejvýraznější chuti a vůně [14].

Směsné kultury jsou také velice významné z důvodu, že některé mikroorganismy rodu *Streptococcus* mohou produkovat nisin, čímž působí antimikrobiálně. Těchto směsných kultur se využívá hlavně pro výrobu čerstvých sýrů, které zlepšují u sýrů hlavně jejich funkční vlastnosti [15].

#### **1.3.2.1. Hlavní požadavky na použité kultury**

- a. tvorba kyseliny mléčné v co nejkratším čase působení
- b. schopnost způsobovat rozpad bílkovin během zrání sýru
- c. u některých druhů sýru i schopnost produkovat CO<sub>2</sub>, acetaldehyd a jiné složky mléčného aroma [14].

Nejvíce se pro potravinářské účely používají především kmeny rodu *Lactobacillus*, rodu *Lactococcus* a rodu *Bifidobacterium* [16].

Bakterie mléčného kysání se používají při přípravě fermentovaných mléčných výrobků včetně jogurtu, sýra, kysané smetany, podmáslí a někdy i másla, kefiru a kumysu.

Bakterie mléčného kysání představují velkou skupinu užitečných bakterií s podobnými vlastnostmi; jako konečný produkt při fermentaci všechny tvoří kyselinu mléčnou. Taktéž produkují nízkomolekulární sloučeniny, peptidy a proteiny s protiplísňovými vlastnostmi. V přírodě jsou velmi rozšířené a nalézají se rovněž v lidském zažívacím traktu. Nejznámější je jejich použití při výrobě fermentovaných mléčných výrobků [16].

Vlastní výroba představuje mikrobiální proces, při kterém se mléčný cukr - laktosa mění na kyselinu mléčnou. Utváření sraženiny v průběhu fermentace je způsobeno tvorbou kyseliny mléčné a ve skutečnosti se jedná o kyselou koagulaci. Vlivem kyseliny se mění struktura mléčných bílkovin (sražení), a tím se mění i textura výrobku. Vznikající kyselina mléčná v daném prostředí zvyšuje svoji koncentraci, a tím snižuje dané pH prostředí. Vzniklá kyselina mléčná odštěpuje vápník vázaný na kasein, přičemž vzniká volný kasein a mléčnan vápenatý. Pokud se v průběhu mléčného kvašení nedosáhne izoelektrického bodu kaseinu, kasein se viditelně nesráží, ale silně nabobtná a mléko houstne. Tím se začne značně měnit viskozita, struktura i chuť takto fermentovaného mléka. Vlastnosti konečného výrobku ovlivňují i další faktory, např. teplota a složení mléka [16, 17].

Kyselina mléčná rovněž dodává fermentovaným mlékům jejich typickou lehce nakyslou chuť. Charakteristická příchut' a vůně může být rovněž ovlivněna dalšími produkty mléčných bakterií. Např. acetaldehyd dodává jogurtu charakteristickou vůni, zatímco diacetyl se podílí na máslové chuti jiných mléčných výrobků. Specifickou chuť mohou výrobku dodávat i další mikroorganismy, např. kvasinky. Alkohol a oxid uhličitý produkovaný kvasinkami se podílí na osvěžující chuti a pěnivém charakteru kefiru a kumysu. Další výrobní postupy, jako je odstraňování syrovátky nebo přidavek ochucovacích látek, můžou zvyšovat rozmanitost výrobků [17].

Bakterie mléčného kysání představují skupinu nejen s velkým ekonomickým významem, ale rovněž se uplatňují při udržování a zlepšování lidského zdraví [18].

Bakterie mléčného kvašení jsou vybaveny enzymovým preparátem, který jim umožňuje využívat aminokyseliny při metabolismu, a jsou používány pro aroma potravin [19].

#### 1.4. Syřidlové srážení mléka (sladké srážení)

Syřidlo je směsí enzymů získaných extrakcí z žaludků (sajících telat, jehňat nebo prasat), mikroorganismů (např. *Mucor pusillus*, *Mucor miehei* a jiné) nebo rostlin. Účinnou částí syřidla je enzym chymosin, jehož působením v mléce vzniká kompaktní tuhá sraženina. Tento proces bývá také nazýván sladké srážení a používá se v mlékárenském průmyslu při srážení mléka k výrobě tzv. sladkých sýrů [20].

V posledních letech byly vyvinuty náhrady syřidla vhodnými enzymy, které umožnily rozšiřovat výrobu sýrů bez vyšších nároků na nedostatkové syřidlo. Některé z těchto enzymů jsou produkovány plísněmi. Nové poznatky moderní biotechnologie umožnily výrobu telecího chymosinu geneticky modifikovanými kvasinkami [21].

Roztoky jednotlivých izolovaných frakcí kaseinu se po přidavku  $\text{Ca}^{2+}$  iontů sráží, výjimku však tvoří  $\kappa$ -kasein, který je vůči přítomnosti  $\text{Ca}^{2+}$  iontů necitlivý. Po přidavku  $\chi$ -kaseinu k roztoku některé izolované frakce kaseinu (např.  $\alpha_s$ -kaseinu) se pak ani tato frakce nesráží působením  $\text{Ca}^{2+}$  iontů. Důvodem této stability je vytváření komplexu  $\alpha_s$ -kaseinu a  $\chi$ -kaseinu. Lze tedy poznamenat, že  $\chi$ -kasein stabilizuje jednotlivé frakce kaseinu vázané v kaseinových micelách v mléce vůči vysrážení přítomnými  $\text{Ca}^{2+}$  ionty [20].

##### 1.4.1. Jednotlivé fáze srážení mléka syřidlem

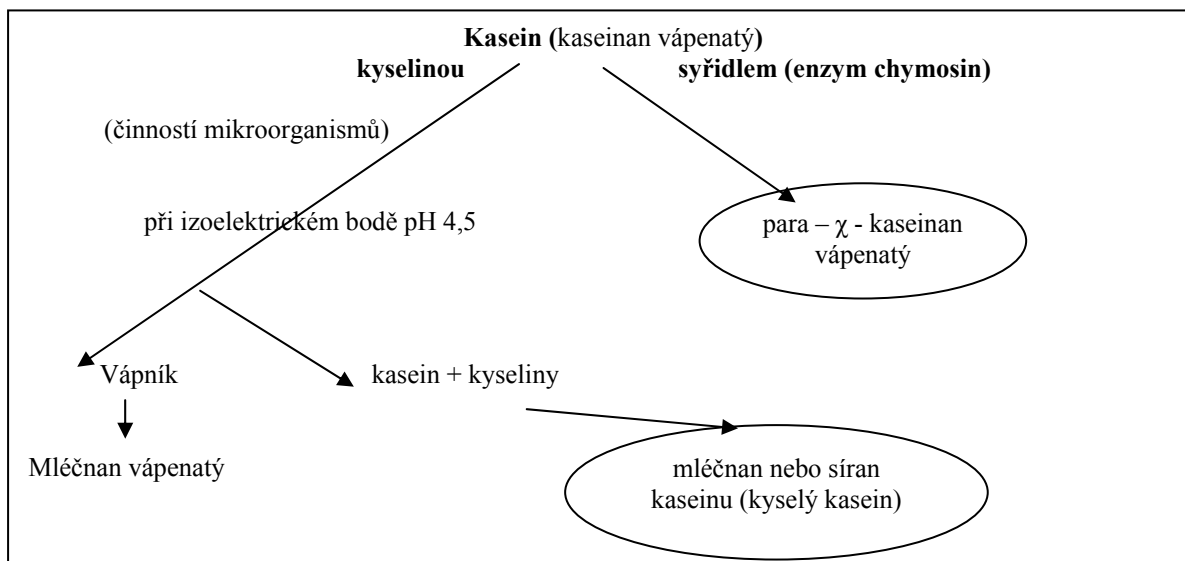
Celý proces srážení mléka syřidlem lze rozdělit na tři fáze:

1. **Primární fázi** – tzv. enzymovou, při které dochází k rozrušení ochranného koloidu micel
2. **Sekundární fázi** – tzv. koagulační, ve které je vlivem působení  $\text{Ca}^{2+}$  iontů tvořena sraženina. Tato fáze je závislá na teplotě.
3. **Terciární fáze**, při které probíhá proteolýza bílkovin [22].

#### 1.5. Spolupůsobení sladkého a kyselého srážení

Tento způsob srážení se uplatňuje při výrobě měkkého tvarohu. Vedle malé dávky syřidlového enzymu spolupůsobí při srážení mléka také kyselé prostředí, vzniklé prokysáním mléka činností přidaných bakterií čistých mlékárenských kultur. Optimální spolupůsobení syřidla i kyseliny pro výrobu tvarohu je nutné zejména k dosažení jemné konzistence vyrobeného tvarohu a dále k případnému snadnějšímu odstředování gelu, který vznikl srážením [6,23].

Schéma srážení mléka je znázorněno na **Obr. 1** [5].



**Obr. 1** Schéma srážení mléka kyselinami nebo syřidlem [5].

## 1.6. Chemické složení mléka

Mléko je tekutina, která je vylučována mléčnou žlázou savců. Obsahuje všechny látky, které jsou základem lidské výživy. Vzájemný poměr těchto látek dává mléku jeho výživnost a stravitelnost [24].

S ohledem na původ mléka a jeho chemické složení dělíme mléka do dvou základních skupin:

- mléko přežvýkavců (kravské, buvolí aj.) – jeho hlavní bílkovinnou složkou je heterogenní fosfoprotein kaseinu
- mléko živočichů s jednoduchým žaludkem (mateřské, kobyly, psí aj.) – převládající bílkovinnou složkou jsou proteiny především ze skupiny albuminů [25].

Mléko je bílá nebo slabě nažloutlá kapalina přiměřené viskozity, neprůhledná s typickou chutí a vůní. Hlavní součástí mléka je voda, ve které jsou rozpuštěny nebo jemně rozptýleny další složky. Odborně je definováno jako polydisperzní systém, který obsahuje látky v pravém roztoku, v koloidní disperzi i hrubé disperzi [26].

Syrové kravské mléko obsahuje v průměru 87,5 % vody. Ostatní složky mléka označujeme jako sušina, která je v kravském mléce zastoupena z 12,5 %, v mléce se také nachází malé množství plynů (dusíku, kyslíku a oxidu uhličitého) [27].

Látky, které se vyskytují v mléce, lze rozdělit na:

- látky organické (bílkoviny, tuky a látky tukům podobné, cukry, organické kyseliny a jejich soli, enzymy, vitamíny, hormony aj.)
- látky anorganické (voda, minerální soli a plyny) [25, 28].

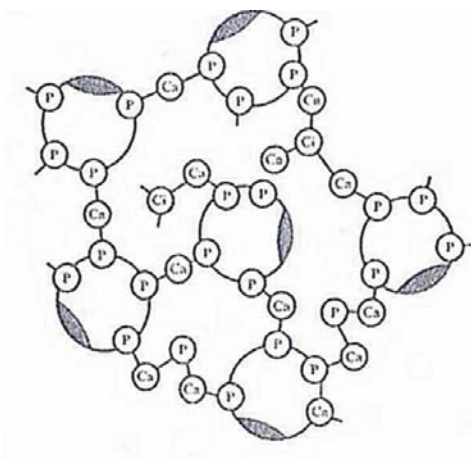
Toto kvalitativní složení je v podstatě stejné, neměnné. Vzájemný poměr uvedených složek (kvantitativní složení mléka) není však konstantní, mírně se mění. Protože mléko je produktem živého organismu, složení sušiny se mění téměř den ze dne. Je závislé na délce laktační doby, na roční době, na stáří a stavu dojnic, na kvalitě krmení, na době a teplotě při skladování mléka aj. [25, 28].

Čisté, čerstvě nadojené plnotučné kravské mléko obsahuje 87,3 % vody, 3,2 až 4,5 % tuku a 9,1 % tukuprosté sušiny. Tukuprostá sušina se skládá z 3,6 % bílkovin (z toho 2,7 % kaseinu, 0,7 % albuminu a 0,1 % globulinu), 4,0 až 4,5 % cukrů (laktosy), 1,0 až 1,2 % soli a relativně malého množství vitamínů, enzymů a hormonů [25].

Sušinu mléka tvoří bílkoviny, tuk, laktosa a minerální látky, které jsou ve zralém a zdravém kravském mléce obsaženy v ustálených poměrech a během laktace se jen nepatrně mění [28, 29].

### 1.6.1. Bílkoviny

Mléko je dobrým zdrojem bílkovin, obsahuje přibližně 3,6 % bílkovin. Obsahuje jednak kasein (složené bílkoviny), jednak albumin a globulin (jednoduché bílkoviny). V kaseinu je 21 druhů aminokyselin, které se vzájemně ovlivňují a doplňují. Obsah kaseinu určuje výtěžnost, poměr tuku a kaseinu rozhoduje o výsledném obsahu tuku v sušině. Micela kravského mléka je tvořena ze submicel, obsahuje asi 20 000 molekul kaseinů, z toho kaseiny tvoří asi 93 %, dále zde je asi 3 % vápenatých iontů, anorganický fosfát zaujímá také 3 %, dále 2 % fosfátu vázaného jako fosfoferin, 0,4 % citrátu a do 0,5 % sodných, draselných a hořečnatých iontů. Spojení submicel za vzniku micely je vyobrazeno na Obr. 2. Syřidlem nebo kyselinou se kasein v mléce sráží, což je podstata výroby sýrů [30].



Obr. 2 Spojení submicel [28].

Izoelektrický bod kaseinu je přibližně při pH 4,6. Kasein je složen z několika frakcí:  $\alpha_{s1}$ ,  $\alpha_{s2}$ ,  $\beta$  a  $\kappa$ , které se od sebe liší molekulovou hmotností, zastoupením aminokyselin a hodnotou pI. Nejvíce zastoupenou v kaseinovém komplexu je  $\alpha_{s1}$  frakce, která je nejbohatším zdrojem fosforu,  $\kappa$  frakce obsahuje také sacharidy, proto se řadí nejen k fosfoproteinům, ale i ke glykoproteinům. Syrovátkové bílkoviny zůstávají v mléce po vysrážení kaseinu při pH 4,6. Jejich složení v kravském mléce je uvedeno v Tab. 3. Jedná se o bílkoviny citlivé na záhřev, velice lehce podléhají také denaturaci. Jedná se o složky několika frakcí,  $\alpha$ -laktalbuminu,  $\beta$ -laktoglobulinu, albuminu krevního séra, imunoglobulinů a dalších [30].



**Tab. 3** Složení proteinů kravského mléka [31].

| Proteiny                         | Podíl<br>v % | Obsah<br>v g.dm <sup>-3</sup> |
|----------------------------------|--------------|-------------------------------|
| <b>kaseiny celkem</b>            | 80           | 25,6                          |
| α <sub>S</sub> -kasein           | 42           | 13,4                          |
| β-kasein                         | 25           | 8,0                           |
| γ-kasein                         | 4            | 1,3                           |
| κ-kasein                         | 9            | 2,9                           |
| <b>proteiny syrovátky celkem</b> | 20           | 6,4                           |
| α-laktalbumin                    | 4            | 1,3                           |
| sérový albumin                   | 1            | 0,3                           |
| β-laktoglobulin                  | 9            | 2,9                           |
| imunoglobuliny                   | 2            | 0,6                           |
| polypeptidy (proteosy, peptony)  | 4            | 1,3                           |

Bílkoviny mléka se řadí mezi plnohodnotné bílkoviny, jsou bohatým zdrojem esenciálních aminokyselin [30].

### 1.6.2. Sacharidy

Důležitou součástí mléka je mléčný cukr neboli laktosa, který má obsah v kravském mléce 4,0 – 5,0 %. Laktosa patří ke glycidům, jedná se o složitý cukr – disacharid, tvořený glukosou a galaktosou. Mléčný cukr je bělavě nažloutlé barvy, bez zápachu a má slabě sladkou chuť. V mléce je v rozpuštěném stavu. Bakterie mléčného kvašení rozkládají laktosu na glukosu a galaktosu a následně až na kyselinu mléčnou. Kromě laktosy mléko obsahuje monosacharidy, glukosu a galaktosu a malé množství sacharidů vázaných převážně v glykoproteinech [24, 30].

### 1.6.3. Lipidy

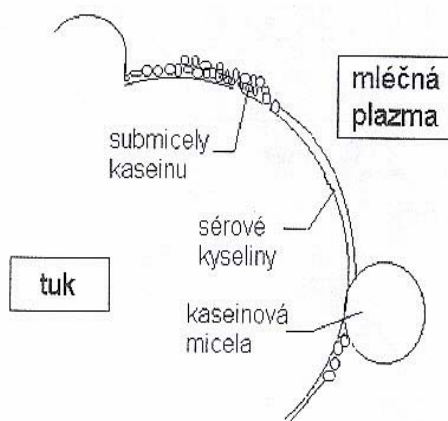
Mléčné lipidy mají velmi komplikované složení a strukturu. Základními složkami mléčných lipidů jsou tri-, di- a monoacylglyceroly, volné mastné kyseliny, fosfolipidy, steroly, estery sterolů, uhlovodíky a v tučích rozpustné vitamíny. Z celkových lipidů mléka tvoří asi 98 % triacylglyceroly [24].

#### 1.6.3.1. Mléčný tuk

Typickou odlišností mléčného tuku od ostatních tukových tkání přežvýkavců je vysoký podíl nízkomolekulárních mastných kyselin se 4, 6 a 8 uhlíky, těkajících s vodní párou, které dodávají mléčnému tuku typickou chuť a vůni [24].

Specifickou vlastností mléčných lipidů je to, že se převážná většina nachází v mléce ve formě tukových kuliček viz **Obr. 3**. Jejich počet v 1 ml mléka se pohybuje kolem hodnoty  $1,5 \text{ až } 6 \cdot 10^{10}$  (při tučnosti 3,7 až 4,1 %), průměr tukových kuliček je 2 až 3,5  $\mu\text{m}$  [29].

Malá část je vázána na kaseinových micelách, jedná se především o membrány tukových kuliček. Tukové kuličky v mléce nejsou volné, ale jsou obaleny membránou skládající se z komplexu fosfolipid – bílkovina. Tento obal se skládá z lipofilní vrstvy radiálně orientovaných fosfolipidů, přičemž nepolární řetězce jsou orientovány směrem do tukové kuličky a polární (hydrofilní) vrstva je orientovaná směrem k vodní fázi mléka a obsahuje bílkovinné složky [29].



**Obr. 3** Tuková kapénka [28].

#### 1.6.3.2. *Triacylglyceroly*

Mléčný tuk je složen z 98 % triacylglycerolů. Syntetizují se z glycerolů, na které jsou za působení lipas estericky vázané tři mastné kyseliny, mohou se vyskytovat kombinace tří molekul téže mastné kyseliny, nebo různých mastných kyselin. Triacylglyceroly slouží v rostlinných a živočišných organismech hlavně jako rezerva energie, mají vysoký energetický obsah [24, 29].

#### 1.6.3.3. *Mastné kyseliny*

Mastné kyseliny vyskytující se v mléčném tuku mají vesměs sudý počet uhlíků. Navzájem se od sebe liší délkou a charakterem uhlovodíkového řetězce. Zastoupení hlavních mastných kyselin v mléčném tuku je uvedeno v **Tab. 4**. Nejčastěji mají alifatický řetězec, ale v malém množství mohou být i v cyklické formě. Mastné kyseliny se v mléčném tuku nacházejí především jako vázané. Volné mastné kyseliny přispívají k typické chuti mléčného tuku a mléka, větší množství volných mastných kyselin způsobuje nepříjemnou chuť, jako je např. máselná, kovová, žluklá [24, 28].

#### *Nasyčené mastné kyseliny*

Nasyčené mastné kyseliny jsou označovány zkratkou SAFA. Nejčastěji mají sudý počet uhlíků (C<sub>4</sub> - C<sub>18</sub>) a alifatický řetězec. Mastné kyseliny s lichým počtem atomů uhlíků nebo s rozvětveným řetězcem se vyskytují v nízkém zastoupení (do 1 %). Z chemického hlediska jsou nasycené mastné kyseliny velice stálé, k změnám dochází až při dlouhodobém zahřívání nebo vlivem vysokých teplot. Při pokojové teplotě mají většinou pevnou konzistenci [29, 30].

**Tab. 4** Hlavní mastné kyseliny obsažené v mléčném tuku [24].

| Název mastné kyseliny | Vzorec   | Zastoupení v mléčném tuku v % |
|-----------------------|--|-------------------------------|
| Máselná               | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$  | 2,2 – 5,5                     |
| Kapronová             | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$  | 1,3 – 3,3                     |
| Kaprylová             | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$  | 0,5 – 1,9                     |
| Kaprinová             | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$  | 0,3 – 3,0                     |
| Laurová               | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$   | 2,6 – 7,7                     |
| Myristová             | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$   | 9,7 – 22,6                    |
| Palmitová             | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$   | 25,8 – 28,4                   |
| Stearová              | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$   | 11,8 – 12,2                   |
| Olejová               | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                        | 20,4 – 34,6                   |
| Linolová              | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ | 2,1 – 2,7                     |
| Linoleová             | $\text{C}_{17}\text{H}_{29}\text{COOH}$  | 0,7 – 1,3                     |
| Arachová              | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$   | 0,8 – 3,2                     |

#### Nenasycené mastné kyseliny

Nenasycené mastné kyseliny mohou mít jednu dvojnou vazbu – monoenové mastné kyseliny, nebo více dvojných vazeb – polenové, které zaujímají výhradně cis-konformaci. Jsou za normálních podmínek tekuté, ve vodě nerozpustné a s vodními párami netěkají. Trans izomery nenasycených mastných kyselin se chovají jako nasycené, tím pádem neplní funkci esenciálních mastných kyselin a tudíž jsou nežádoucí (vznikají např. hydrogenací) [28].

#### 1.6.3.4. Fosfolipidy

Fosfolipidy patří do skupiny heterolipidů. Vyskytují se na povrchu tukových kapének. Mají ve své molekule navázanou kromě mastné kyseliny a alkoholu ještě estericky vázanou kyselinu fosforečnou, na níž je ještě navázán cholin, ethanolamin nebo serin. Jejich obsah v mléku kolísá od 0,03 % do 0,05 %. Z fosfolipidů je v mléce přítomen především fosfatidylcholin z 33 %, fosfatidylethanolamin z 38 % a sfingomyelin z 23 %, který má ve své molekule místo glycerolu vysokomolekulární aminoalkohol sfingosin [28, 30].

Fosfatidylcholin je látka povrchově aktivní, koncentruje se na povrchu tukových kuliček a přispívá ke stabilizaci tukové emulze [29].

#### 1.6.3.5. Steroly

Steroly jsou v mléce zastoupeny především cholesterolem. Jedná se o cyklický alkohol. Koncentrace v mléce je 0,25 % až 0,5 %, představuje podíl nezmýdelnitelné frakce tuku. Je prekurzorem vitamínu D<sub>3</sub> a je důležitý pro tvorbu žlučových kyselin a steroidních hormonů. Dále je v menší míře obsažen ergosterol, což je prekurzor vitamínu D<sub>2</sub> a dále také lanosterol [28].

#### **1.6.3.6. Karotenoidy**

Dalšími doprovodnými látkami mléka jsou karotenoidy, jsou to žlutá nebo červená barviva, rozpustná v tucích, řadí se do skupiny tetraterpenů. Karoteny jsou vázány na bílkoviny mléka v tukových kuličkách a způsobují typické žluté zbarvení tuku. Nejvýznamnějším karotenem je  $\beta$ -karoten, který je prekurzorem vitamínu A. Do této skupiny patří i xantofyl [28, 29].

#### **1.6.4. Vitaminy**

Vitaminy jsou složité organické chemické látky, které jsou pro živý organismus nezbytné. Často se v organismu uplatňují jako katalyzátory při výměně látek. Mléko není bohatým zdrojem vitaminů, ale organismus veškeré vitaminy z mléka využije [24].

##### **1.6.4.1. Vitaminy rozpustné v tucích**

Jejich obsah je variabilní a je ovlivněn intravitálními vlivy. Působí jako antioxidanty. *Vitamin A* (retinol) – syntetizuje se z provitaminů A, podílí se na žlutém zbarvení mléčného tuku. Mléko kryje potřebu vitamínu A z 15 %. Je důležitý proti infekcím [24, 29].

*Vitamin D* (kalciferol) – v mléce je ho obsaženo velice málo. Jeho hladina v mléce je ovlivněna zejména ročním obdobím a výživou. Tento vitamin se účastní metabolismu Ca a P. Ničí se teplotami nad 150 °C a je odolný vůči oxidaci [24, 29].

*Vitamin E* ( tokoferol) – nejvýznamnější lipofilní antioxidant, zabraňuje působení volným radikálům. Obsah v mléce je ovlivněn hlavně složením krmiva a také výrazně kolísá podle roční doby. Má příznivý vliv na trvanlivost mléka a mléčného tuku. Je také velmi odolný proti zahřívání [24, 29].

*Vitamin K* (fylochinon) – je odolný proti vysokému záhřevu. Jedná se o regulační vitamin. Účastní se i oxidační fosforylace. Jeho obsah v mléce je nízký [24, 29].

##### **1.6.4.2. Vitaminy rozpustné ve vodě**

Nacházejí se v mléčném séru.

*Vitamin B<sub>1</sub>* (thiamin) – v organismu ovlivňuje metabolismus glycidů, zejména ukládání glykogenu v játrech, působí na nervový systém. Jeho nedostatek působí poruchy nervové, srdeční, krevní, svalové a dýchací [24, 29].

*Vitamin B<sub>2</sub>* (riboflavin) – v roztoku se projevuje intenzivní žlutozelenou fluorescencí, která je příznačná pro syrovátku. Jedná se o velmi odolný vitamin proti záhřevu, ale je velice citlivý k účinkům slunečního záření. Při jeho nedostatku u člověka dochází k poruchám kůže, zánětům spojivek a rohovky. Mléko je velice dobrým zdrojem vitamínu B<sub>2</sub> [24, 29].

*Vitamin PP* (niacin) – je amid kyseliny nikotinové. Je odolný proti záhřevu, oxidaci i světlu. Jeho obsah v mléku je málo ovlivňován vnějšími vlivy. Tento vitamin zabraňuje onemocněním kůže [24, 29].

*Kyselina listová* – tento vitamin je nezbytný pro účinek vitamínu B<sub>12</sub> a pro celkový růst živočichů. V mléku je ho velice málo. Snižuje riziko srdečních onemocnění a vývojových poruch u plodu [29].

*Kyselina pantotenová* – se podílí na metabolismu tuků a cukrů a pomáhá při zánětlivých onemocněních dýchacích cest a zažívacího ústrojí. V mlezivu je tohoto vitamínu méně než ve zralém mléce [24, 29].

*Vitamin B<sub>6</sub>* (pyridoxin) – je to vitamin důležitý pro správnou funkci centrálního nervstva, ale také působí při metabolismu tuku v buňkách. Jedná se o vitamin poměrně odolný vyšším teplotám, kyselinám, alkáliím, citlivější je však k účinkům ultrafialového záření. Jeho nedostatek vyvolává nespavost, slabost a vypadávání vlasů [24, 29].

*Biotin* – v kravském mléku je jeho obsah velice nízký. Je odolný světlu a také záhřevu, je však ničen oxidačními činidly. Upravuje hladinu krevního cukru a velice je účinný při hubnutí [24, 29].

*Cholin* – v mléce se vyskytuje hlavně jako součást fosfolipidů. Pomáhá při detoxikaci organismu, snižuje riziko srdečních onemocnění a chrání před ztučením jater [29].

*Inositol* – je součástí komplexu vitaminů B. Snižuje vysoký krevní tlak, zvyšuje plodnost a odstraňuje žaludeční potíže [29].

*Vitamin B<sub>12</sub>* (kobalamin) – obsah v mléce je závislý na způsobu chovu zvířat. Tento vitamin snižuje hladinu homocysteinu, riziko srdečních onemocnění a zvyšuje obranyschopnost [24, 29].

*Vitamin C* – je velice citlivý k oxidačním vlivům, zejména v alkalickém prostředí. Jeho rozklad způsobuje rovněž i světlo. V kyselém prostředí a za nepřístupu vzduchu snese krátký záhřev na 100 °C. Jedná se o všestranný a mocný antioxidant, který se podílí na neutralizaci škodlivých vlivů volných radikálů v buňce, tkáních a orgánech, které zde vznikají jako nežádoucí produkt látkové výměny. Dále je důležitý pro správnou funkci všech buněk lidského těla, pro správnou stavbu kostí a hojení ran. Dále se podílí na odbourávání cholesterolu v játrech a usnadňuje vstřebávání železa [24, 29].

### 1.6.5. Enzymy

Enzymy jsou syntetizované v mléčné žláze a některé se dostávají z krve do mléka. Kromě nativních enzymů obsahuje nadojené mléko i mikrobiální enzymy kontaminující mikroflóru. Enzymy jsou na zahřátí velmi choulostivé a většina se jich ničí zahřátím mléka na 70 °C [24].

#### 1.6.5.1. Nativní enzymy

Mezi nativní enzymy patří oxidoreduktasy a hydrolasy.

*Hydrolasy* – jsou enzymy, které za přítomnosti vody štěpí molekuly složitých látek. Do této skupiny se řadí **lipasy** – jsou vázány většinou na kasein, hydrolyzují triacylglyceroly a uvolňují mastné kyseliny a glycerol. Lipasy se ničí při teplotě 70 °C za několik sekund. Za určitých podmínek způsobují vznik žluklé, lojovité příchuti mléka a mléčných výrobků při skladování [28, 29].

Další jsou **fosfatasy** – ty mají schopnost hydrolyzovat vazbu estericky vázané  $H_3PO_4$  z různých substrátů. Přirozenou součástí mléka je alkalická a kyselá fosfatasa. Ničí se při vyšším zahřevu. Podle inaktivace alkalické fosfatasy se kontroluje správnost provedení dlouhodobé nebo šetrné pasterace. **Amylasy** způsobují hydrolýzu škrobu a glykogenu. Ničí se při 65 °C za 30 min., využívá se pro důkaz dlouhodobé pasterace [28, 29].

**Proteinasy** jsou enzymy, které se uplatňují při rozkladu bílkovin. Jsou často vázány na kasein. Ničí se zahřátím na 80 °C během 10 minut. Při delším skladování způsobují hořkou chuť mléka. **Lysozym** štěpí glykosidické vazby mukoproteinů v buněčné stěně některých bakterií. V mléce je jeho koncentrace nízká. Jeho obsah je také závislý na počtu leukocytů v mléce [28, 29].

*Oxidoreduktasy* – hluboce rozkládají organické látky až na vodu a oxid uhličitý. Uvolňuje se také značné množství tepla. Do této skupiny patří **laktoperoxidasa**, která katalyzuje oxidaci nebarevných sloučenin na barevné. Také katalyzuje rozklad peroxidu vodíku za přítomnosti thiokyanátů až na atomární kyslík, který má bakteriocidní účinky. Její koncentrace je nejvyšší z mléčných enzymů, udává se až kolem 1% syrovátkových bílkovin. **Xantinoxidasa** se vyskytuje na povrchu tukových kuliček ve formě dimerů nebo trimerů. Katalyzuje oxidaci xanthinu na hypoxanthin a dále na kyselinu močovou. Dalším enzymem je **katalasa**, její aktivita v mléce je malá. Katalyzuje rozklad peroxidu vodíku na molekulární kyslík. Je přítomna v leukocytech, proto při zvýšeném obsahu je prokázána sekreční porucha mléčné žlázy [28, 29].

#### 1.6.5.2. *Mikrobiální enzymy*

Mezi mikrobiální enzymy lze zařadit *oxidoreduktasy*, které se dříve využívaly na nepřímé hodnocení mikrobiální kvality syrového mléka. Další jsou **lipasy** a **proteinasy**, které se využívají v procesu zrání při výrobě sýrů, některé lipasy mohou způsobovat žluklou chuť výrobků. **Laktasa** štěpí laktosu na glukosu a galaktosu, čehož se využívá při fermentaci mléčného cukru [28].

#### 1.6.6. **Hormony mléka**

Působí jako katalyzátory, podobající se v některých případech enzymům. Všechny hormony, které jsou produkovány v těle (endogenní), nebo jsou dodány zvenčí (exogenní), jsou vylučovány mlékem. Stanovují se radioimunologicky. Lze zařadit do této skupiny *progesteron*, jedná se o hormon ze skupiny estrogenů. *Prolaktin* je hormon produkováný předním lalokem hypofýzy. Tento hormon řídí činnost mléčné žlázy. *Prolaktin* společně s hormonem *tyroxinem* působí na tvorbu složení mléka. Dále lze uvést také *adrenalin* nebo *oxytocin* [28, 29].

#### 1.6.7. **Protilátky**

Mléko obsahuje protilátky, které zabraňují škodlivým účinkům látek přicházejících zvenčí. Přejíždějí z krve do mléka. Protilátky jsou tepelně velmi labilní, zahřev nad 70 °C je ničí [24].

### 1.6.8. Voda v mléku

Voda mléka – je přirozenou a nezbytnou složkou mléka a je nositelem a rozpouštědlem celého systému mléka. Převážnou část tvoří *volná voda*, ve které jsou rozpuštěny minerální látky a mléčný cukr ve formě pravého roztoku, protože částice těchto látek jsou dispergovány až na molekuly nebo ionty. Volnou vodu lze oddělit odpařením nebo vymrazováním v podobě ledových krystalků. *Hydratační voda* je vázána na koloidy mléka, které v ní bobtnají, popř. na jejich povrchu vytváří určitý druh vodních obalů. V mléce je jí obsaženo asi 3 %. Dá se odstranit záhřevem na 102 °C až 105 °C. *Hygroskopická voda* je vázána buď na povrch látek nebo v kapilárách. Může způsobovat např. vlhnutí sušeného mléka uskladněného v nedostatečně utěsněných obalech. Sušením může být znovu odstraněna. *Krystalická voda* je vázána velmi silně. Jde o vodu chemicky vázanou, která je obsažena v látkách schopných krystalizovat. V mléce je vázána hlavně v hydrátu laktosy. Je možno ji vytěsnit až vysokými teplotami, přičemž hydrát látky se mění v anhydrid [28, 29].

### 1.6.9. Minerální látky

Minerální látky jsou v mléce přítomny v mléčném séru v roztoku nebo v koloidní formě a jsou vázány na některé organické součásti mléka. V syrovém mléce se obsah minerálních látek pohybuje v rozmezí 0,7 – 0,8 %. Jednotlivé formy minerálních látek jsou ve vzájemných rovnováhách mezi sebou i k ostatním složkám mléka. Z toho vyplývá souvislost sodných a draselných solí ve vztahu k obsahu laktosy, vliv pH na disociaci kaseinových micel nebo vliv záhřevu mléka. Do mléka jsou minerální látky přenášeny z krve. Kravské mléko je bohaté hlavně na vápník, draslík, fosfáty a citráty. Mléko také obsahuje značný počet stopových prvků, které se nachází v řadě organických sloučenin, např. Cu, Zn, Mg, Fe, I, Se, Co [29].

Množství minerálních látek v mléce závisí na zdravotním stavu krávy [24].

### 1.6.10. Plyny

Plyny - čerstvě nadojené mléko obsahuje průměrně 6 až 9 obj. % plynů, z nichž převážná část připadá na CO<sub>2</sub>, dále N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, které do mléka difundovaly z krve. Část plynů se dostává do mléka až po styku se vzduchem [29].

Z celkového objemu plynů je v mléce oxid uhličitý ze 60 %, 8 % tvoří kyslík a zhruba 30 % tvoří dusík. Nejvíce plynů obsahuje čerstvé mléko, do dvou hodin po nadojení většina plynů vyprchá [24].

## 1.7. Změny složek mléka po přidavku oxidu uhličitého

Při výrobě sýrů je nutné z pasterovaného mléka ošetřeného CO<sub>2</sub> přebytečný plyn odstranit, což s CO<sub>2</sub> lze provést snadno na rozdíl od jiných kyselin. Zbylý CO<sub>2</sub> zpomaluje v mléce rozpad bílkovin, avšak žádné rozdíly by neměly být pozorovány v rozpadu bílkovin a senzorických vlastnostech při době zrání 15 dní mezi sýrem vyráběným s ošetřením mléka pomocí CO<sub>2</sub> a se vzorkem mléka takto neupraveného. Toto ošetření mléka s přidavkem plynného oxidu uhličitého a jeho uchovávání pro následnou výrobu sýrů je důležité pro mléko, které mělo vysoké počáteční mikrobiologické zatížení. Metoda je především používána pro kysele srážené sýry. Také je při výrobě sýrů, které jsou ošetřeny přidavkem CO<sub>2</sub>, méně zadrženo vápníku v sýru, ale rozdíl v obsahu vlhkosti a sušiny nebyl zatím pozorován [32, 33].

Po ošetření mléka oxidem uhličitým dojde ke snížení množství kyseliny mléčné, která byla vyrobena bakteriemi, ale nemělo by to způsobovat výrazné rozdíly v obsahu kyseliny mléčné v sýru vyrobeného z mléka ošetřeného oxidem uhličitým a bez tohoto ošetření mléka pro výrobu sýru [34].

Ošetření mléka s CO<sub>2</sub> má také za následek, že v sýru, který má být dále solen, je zadržováno větší množství soli než u sýrů, které nebyly ošetřeny pomocí CO<sub>2</sub>. Toto má za následek, že je možné snížení množství soli v solných lázních a dostane se stejný poměr zastoupení soli v sýru jako při výrobě sýru bez ošetření s použitím většího množství soli. Toto vede ke snížení nákladů na používání soli [32, 33].

Další studie uvádí, že dojde k nepatrnému zvýšení výtěžnosti při ošetření mléka oxidem uhličitým. Tato studie uvádí, že dojde k zvýšení výtěžnosti z důvodu rychlejšího sražení mléka a tvorbě tvrdší sraženiny a tím i nižšímu odvodu tukových částeczek do syrovátky [35].

Ale podle teoretických studií by měla být výtěžnost sýrů podobná těm, které jsou z mléka neošetřeného oxidem uhličitým. Neměl by to být tak výrazný rozdíl ve výtěžnosti sýrů [36].

U mléka uchovávaného pouze ochlazením je značně zvýšen počet psychrotrofních bakterií, které se v mléce vyskytují jako znečišťující látky. Ačkoli je pomocí pasterace většina psychrotrofních bakterií odstraněna, zbylé bakterie mohou produkovat extracelulární enzymy (proteasy a lipasy). Tyto enzymy způsobují změny složek mléka, uskladnění a následně i dobu skladování výrobků a jejich kvalitu. Odstranění psychrotrofních bakterií v syrovém mléce je možné pomocí ochlazení mléka a přídavku plynného oxidu uhličitého. Takto ošetřené mléko, nejprve pasterací a poté ošetřené oxidem uhličitým, by mělo mít podstatně sníženou přirozenou mikroflóru mléka a především snížený počet psychrotrofních bakterií. Také je prokázáno, že pH mléka klesne na hodnotu 6,2 během 24 hodin po přídavku oxidu uhličitého. Takže přídavek oxidu uhličitého snižuje hodnotu pH, zatímco titrační kyselost mléka se zvyšuje v porovnání s mlékem neošetřeným oxidem uhličitým. Optimální přídavek oxidu uhličitého by měl být takový, aby došlo k poklesu pH na hodnotu 6,0 – 6,4. Po snížení tlaku je odstraněn přebytečný plyn, který zabrání před pasterací srážení mléka a mléko zůstane v tekutém stavu [32, 35, 37].

Odstranění plynů snížením tlaku způsobí vrácení hodnoty pH na počáteční hodnotu  $6,65 \pm 0,02$ . Tímto se také zpět obnoví minerální a proteinové rozdělení mléka, jako je např. průměrná velikost nebo zeta-potenciál kaseinové micely. Navíc toto ošetření CO<sub>2</sub> má také pozitivní vliv na uvolnění glykomakropeptidu během enzymatického gelovatění [2].

U mléka ošetřeného CO<sub>2</sub> a následně sráženého syřidlem se zkrátí koagulační čas nebo je možné snížit množství použitého syřidla. Je prokázáno, že změna vlastností při srážení mléka nebyla ovlivněna okyselením mléka přídavkem CO<sub>2</sub>. Hlavním znakem studií je zaměření na určení výtěžnosti při výrobě sýrů, smyslových vlastností a kvalitu výrobků, po přidání plynného oxidu uhličitého do mléka [34, 36].

Studie také uvádí, že pokud je mléko okyselováno CO<sub>2</sub> před pasterací, tak to negativně působí na senzorické vlastnosti mléka i konečného vyráběného sýru. Proto je nutné provést nejprve pasteraci a teprve poté provádět okyselení mléka oxidem uhličitým. Také je důležité uvést, že okyselení mléka CO<sub>2</sub> nemá vliv na aktivitu enzymů během výroby a zrání [34].



Kaseinová micela v mléce je považována za extrémně stálý, koloidní systém, dokonce se uvádí, že během technologického ošetření jako např. ohřívání, zmrazování nebo sušení v ní nepůsobí výrazné změny. Tato koloidní stabilita je vytvořena termodynamickou rovnováhou, tedy mezi různými silami (prostorové a elektrostatické vzájemné působení), ale především díky přítomnosti  $\kappa$ -kaseinových frakcí, které jsou schopné orientovat hydrofilní část do vodného prostředí. Na druhé straně je uvnitř každé kaseinové micely vzájemné působení minerálního a proteinového složení, to je hydrofobní a elektrostatické ovlivnění (působení vodíkových a kovalentních vazeb), která jsou odpovědná za limitovaný růst a finální celistvost kaseinové micely. Kromě tohoto jsou také minerály a kasein v mléce v dynamické rovnováze mezi micelou a syrovátkovými frakcemi. Nicméně můžeme pomocí různých činitelů jako např. pH, teplota, iontová síla a aktivita vápenatých iontů přivodit různé stavy kaseinové micely jako např. rozpad, oddělení nebo seskupení [9].

Především při výrobě sýrů, jogurtů a kyselého kaseinu je značné snížení pH mléka. Během postupu výroby dochází k mnoha drastickým fyzikálně-chemickým změnám kaseinových micel. Znatelné změny jsou pozorovatelné v pH mezi 5,4 až 5,0. Tento pokles pH je způsoben odloučením  $\kappa$ -kaseinu a  $\beta$ -kaseinu a iontů, např. Ca, Mg a různých fosforečnanových forem micely, následným poklesem pH je přirozeně uvolněná voda [9].

Také je zajímavé, že hydratace, hydrodynamický rozměr a zeta-potenciál kaseinové micely je opět obnovený po reverzibilním okyselení mléka pomocí  $\text{CO}_2$  (uváděno pro pH 4,8; 5,2 a 5,8). Nicméně je také pozorovaná nevratná změna indexu pufrovací kapacity a vlastností syřidla při koagulaci, kdy bylo mléko okyseleno vstříkáním plynného  $\text{CO}_2$  z důvodu snížení pH na hodnotu 5,20 nebo 4,80 a pak následným odstraněním  $\text{CO}_2$  při podtlaku na hodnotu pH kolem 6,65 [9, 38, 39].

Studie uvádějí, že přídavek 1,5 g/l  $\text{CO}_2$  do mléka účinně zpomalí růst bakterií v syrovém mléku během 21 dní skladování při 4 °C. Přídavek  $\text{CO}_2$  k mléku sníží proteolýzu působením minimálně dvou mechanismů: redukce mikrobiální proteolýzy v důsledku sníženého mikrobiálního růstu a možným snížením aktivity plasminu v důsledku nižšího pH mléka [40].

Hlavní výhodou  $\text{CO}_2$  ošetření je zlepšení technologických parametrů, např. zkrácení doby koagulace, zvýšení tvrdosti sýrů, s čímž úzce souvisí nepatrná výtěžnost sýrů [35].

## 1.8. Technologický postup výroby sýru bez přídavku oxidu uhličitého

V naší práci se jedná o sladké sýry, které jsou srážené syřidlem. Proces výroby sýra probíhá částečně biologicky (pomocí enzymů) a částečně mechanicky (např. krájení, míchání). Výroba spočívá v odstranění vody z mléka a následuje koncentrování bílkovin, tuků, minerálních látek a vitamínů za vzniku sraženiny, která se zmenšuje při vylučování syrovátky [41, 42].

Při výrobě následují pracovní operace takto za sebou [41].

1. úprava mléka před sýřením
2. sýření mléka
3. zpracování sýřeniny
4. formování sýrů, odkapávání
5. solení
6. zrání, balení, označování
7. kontrola výroby

### 1.8.1. Úprava mléka před sýřením

Prvním krokem v přípravě mléka je pasterace, která má sloužit k vyloučení různých vad sýrů. Toto opatření zajišťuje zničení choroboplodných a jiných mikroorganismů a částečné vysrážení bílkovin zvyšuje výtěžnost výroby. Pasteruje se nejčastěji teplotou 72 – 73 °C po dobu 15 – 20 sekund. Pasterací se ničí mikroflóra sýru, proto je tedy vhodné po pasterační tuto mikroflóru do mléka přidávat, a to ve formě čistých bakteriálních kultur. Mléko se proto obohacuje provozním zákysem, který obsahuje bakterie mléčného kvašení. Při záhřevu mléka dochází k zpomalení sýření a sýřenina je měkčí. Sýřitelnost se proto upravuje přidávkou chloridu vápenatého. Chlorid vápenatý je vhodnější než mléčnan vápenatý, protože více zvyšuje kyselost mléka. Přídavek vápenatých solí zlepšuje také pevnost sýřeniny a i výtěžnost bývá větší [41, 43].

Příprava mléka se dále vztahuje na úpravu chemického složení mléka. Úprava chemického složení mléka se týká především tučnosti, protože každý sýr musí obsahovat určité nejmenší množství tuku v sušině. K výrobě sýra se proto musí připravit taková směs plnotučného a odstředěného mléka, aby výrobek odpovídal daným předpisům.

Mléko pro výrobu sýrů se poté dohřívá na požadovanou sýřicí teplotu, která se pro měkké sýry pohybuje kolem 30 – 34 °C [41].

### 1.8.2. Sýření mléka

K sýření sladkých sýrů se používá syřidla. Srážení mléka pomocí syřidel je popsáno v kapitole 1.4. Působení syřidla na mléko závisí především na množství přidaného syřidla, na obsahu rozpustných solí v mléce, na teplotě a kyselosti mléka. Množství syřidla je přímo úměrné množství sýřeného mléka a nepřímo úměrné době sýření. Čím je ale kratší doba sýření, tím více syřidla použijeme a tím méně syrovátky sýřenina obsahuje. Větší dávkou syřidla se tedy urychlí doba srážení, ale zvýší se i účinek syřidla na bílkoviny, tím se také zvětší stažitelnost sýřeniny a vylučuje se tím pádem větší množství syrovátky. Problémem je ale přidávání příliš vysokých dávek syřidla, které způsobí vznik smrsklé, kožovité sýřeniny, zatímco když je přidáno příliš malé množství syřidla, vzniká sýřenina měkká a vodnatá. Proto je velice důležité nalezení optimálního přídavku syřidla pro vznik kvalitní sýřeniny [41].

### 1.8.3. Zpracování sýřeniny

Sýřenina je tvarohovitá hmota, jejímž stahováním se z ní vylučuje syrovátka. Sýřenina se zpracovává, až když je dostatečně pevná, tj. když se na lomu ostře láme. U měkké sýřeniny přechází více tuku z mléka do syrovátky, vzniká sýrašský prach z úlomků sýřeniny a snižuje se tím výtěžnost. Naopak tuhá sýřenina se obtížně zpracovává, zrno nebývá stejnoměrné a sýr nemá charakteristickou konzistenci. Při zpracování se sýřenina nejdříve krájí. Pro získání stejnoměrné velikosti hranolů se používají sýrašské harfy, které mají systém napjatých svislých rovnoběžných drátů vzdálených od sebe 2,5 cm. Používá se jak svislých, tak i vodorovných harf. Po pokrájení sýřeniny se v řezech brzy objeví čirá syrovátka a tehdy se musí začít s přetahováním [41].

Při přetahování sýřeniny se promíchá obsah vaniček tak, aby se sýřenina z okraje vaniček dostala do středu a ode dna vaniček k povrchu. Poté se na 30 minut přetahování ukončí a sýřenina se ponechá v klidu, aby mohla padnout ke dnu. Této době se říká odpočinek. Odpočinek ve zpracování přispívá k vylučování syrovátky a ke správné tuhosti sýřeniny. Přímo před vypouštěním z vaniček se sýřenina opět přetahuje [41].

#### 1.8.4. Formování sýrů, odkapávání

Každý druh sýra má svůj standardní tvar a velikost. Balkánský sýr má tvar kvádrů. Formuje se v tvořítkách, které dávají sýru žádoucí tvar. V našem případě jsou tvořítka z umělé hmoty, tvořítka umožňují odtok syrovátky a kladou se na odkapávací stoly. Odkapávací stoly mají po stranách žlaby, kterými odtéká syrovátka ze sýru.

Nejprve probíhá rozdělování sýřeniny do tvořitek, což je velmi důležité z důvodu, aby sýry měly stejný tvar a váhu. Sýřenina se rozděluje do tvořitek napouštěním. Celý děj napouštění do forem je možné vidět na **Obr. 4** [41].



**Obr. 4** Vylévání syrovátky a sýrového zrna z vaniček do forem

Dále již probíhá odkapávání syrovátky ze sýru. Odkapávání je samovolné odtékání syrovátky z formovaných sýrů. Odkapávání je znázorněno na **Obr. 5**. Syrovátka je vytlačována bez tlaku, čili jen vlastní vahou. Podmínkou je také pravidelný tvar sýrů, proto se musí obracet, tím se také stejnoměrně v sýru rozptýluje voda. Sýr tímto odkapáním získá již zhruba požadovaný obsah sušiny [41].

Teplota místnosti, ve které sýry odkapávají, má být 18 – 20 °C, neboť podporuje rozvoj bakterií mléčného kysání. Vyšší teploty podporují rozvoj plynotvorných bakterií a tím i duření sýrů, nižší teploty zpomalují odkapávání. Odkapávání zpravidla trvá 20 – 24 hodin, viz **Obr. 6** [41].



**Obr. 5** *Odkapávání syrovátky na odkapávacích stolech*



**Obr. 6** *Sýrové zrno Balkánského sýru ve formách*

### **1.8.5. Solení**

Solení sýrů je důležitý úsek jejich výroby. Má dodat sýru slanou chuť, která je podstatnou vlastností Balkánského sýru. Sůl se přidává do sýrů jako konzervační prostředek, ovlivňuje strukturu a chuť konečného sýru, také kontroluje aktivitu enzymů a mikrobiální růst. Při solení odchází ze sýru ještě určité množství syrovátky, zpevňuje se pokožka a tím také celý tvar sýru. Solením se také usměrňuje průběh mléčného kvašení a zastavuje růst některých mikroorganismů. Solení u těchto sýrů se provádí v solné lázni [41, 43].

Mladé sýry se vloží do solných lázní s připraveným solným roztokem. Na obsah soli v sýru má vliv teplota, doba solení, koncentrace a kyselost solné lázně. Koncentrace roztoku soli se pohybuje od 16 do 23 °Bé, což je 1124,7 – 1189,6 kg.m<sup>-3</sup>. Difúze a osmóza, která probíhá mezi sýrem a solnou lázní, způsobuje přechod soli do sýra a syrovátky do solné lázně, proto se musí sůl do lázně doplňovat. Kyselost solné lázně má být 26 °SH. Teplotou solné lázně se reguluje obsah soli a sušiny v sýru. Neměla by klesnout v zimě pod 12 °C a v létě vystoupat nad 15 °C. Obsah soli v sýru by se měl pohybovat kolem 3 – 7 % [41, 43].

#### 1.8.6. Zrání sýrů, balení

Zrání sýrů je enzymatický pochod, během kterého sýr mění vůni, chuť, vzhled a konzistenci. Mění se součásti sýra, a to nejvíce mléčný cukr a bílkoviny, méně mléčný tuk a obsah a složení solí. Enzymatické pochody zahajují zvláště enzymy bakterií mléčného kvašení. Probíhá nejčastěji sekundární zrání, kdy sýry zrají od povrchu dovnitř. Sekundární zrání probíhá poměrně rychle [42].

Při zrání vytváří aerobní mikroby proteolytické enzymy, které při vysokém obsahu vody v těchto sýrech urychlují jejich zrání. Mléčný cukr se mění na kyselinu mléčnou a mléčnany. Kyselina mléčná mění anorganické soli kyseliny fosforečné a převahu vápenatých solí v rozpustné. Zráním sýrů se rovněž rozkládá kyselina citronová, vznikají těkavé kyseliny a oxid uhličitý. Rozkládají se také bílkoviny, ze kterých vznikají aminokyseliny a z nich až ketokyseliny. V sýru se rozptyluje voda, její obsah se v sýru snižuje. Během zrání tedy dochází ke ztrátám na váze, které vznikají rozkladem jednotlivých složek sýra, těmito ztrátám nelze zabránit. Celkové ztráty při zrání se pohybují v rozmezí 4 až 8 % [41, 42].

Balení sýru je znázorněno na **Obr. 7**.



**Obr. 7** Balení Balkánského sýru

Posledním krokem výroby je balení do obalů. Obaly nesmějí snižovat kvalitu sýrů, mají co nejméně propouštět vodní páry, kyslík a oxid uhličitý. Nejčastěji se sýr vkládá do PE kbelíků o hmotnosti 3 kg a zalévá se solným roztokem. Na obalech se uvádí název výrobku, předepsaný obsah sušiny a tuku v sušině a číslo šarže, dnes se také uvádí i váha výrobku [41].

#### **1.8.7. Kontrola výroby**

Kontrola výroby sýrů zahrnuje kontrolu kvality a hospodárnosti. Základem úspěchu je hodnotné mléko. Při výrobě se přihlíží zvláště na obsah bílkovin a tuku v mléce. Dále je nutné kontrolovat, zda se dodržuje doba a teplota jednotlivých výrobních fází, jaké změny nastávají v objemu, konzistenci a jak se zjišťují pochody kvašení. Tato kritéria se pravidelně denně musí kontrolovat a zapisovat do pomocných výrobních deníků a porovnávat s výsledky smyslového a chemicko-mikrobiálního posouzení sýra připraveného k prodeji [41].

### **1.9. Technologický postup výroby sýru s přidavkem oxidu uhličitého**

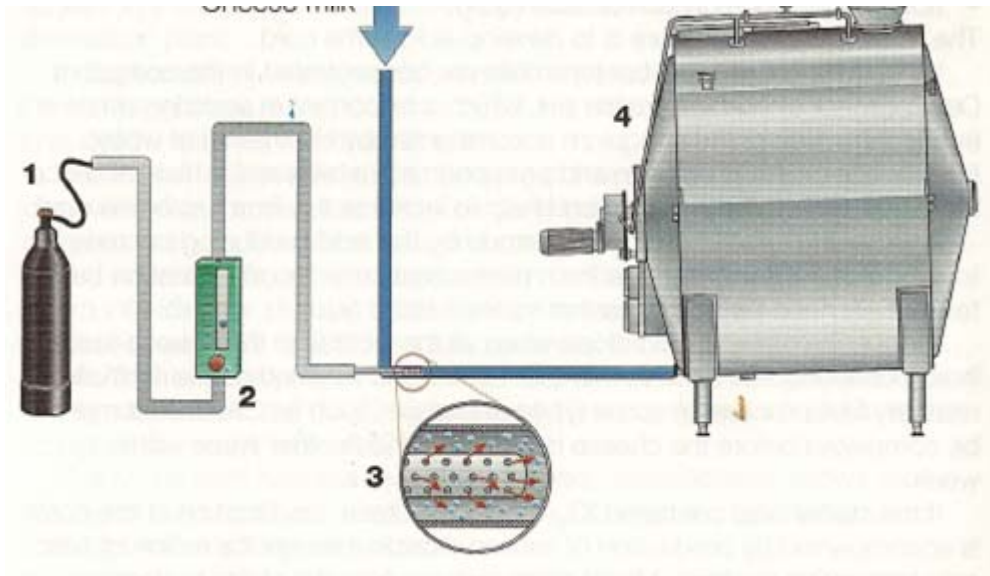
V tomto případě se opět jedná o sladké sýry, u kterých je sníženo pH přidavkem oxidu uhličitého do mléka a pak je mléko srážené syřidlem.

Při výrobě následují pracovní operace takto za sebou [41].

1. úprava mléka před sýřením
2. sýření mléka
3. zpracování sýřeniny
4. formování sýrů, odkapávání
5. solení
6. zrání, balení, označování
7. kontrola výroby

Celý proces se liší od výroby bez použitého oxidu uhličitého jen v prvním bodě, viz úprava mléka před sýřením.

Celý proces přidávání CO<sub>2</sub> do mléka je na **Obr. 8**.



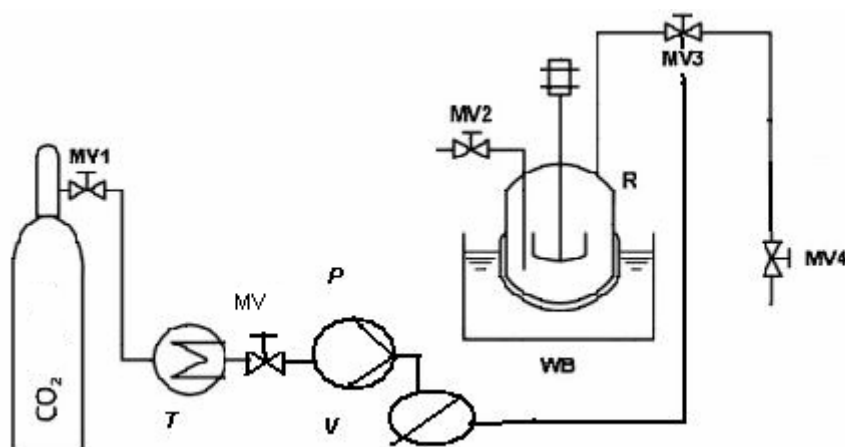
**Obr. 8** Přidávání plynného oxidu uhličitého do mléka pro výrobu sýrů [1].

1. tlaková bomba s plynem nebo svazek 12 tlakových bomb nebo zásobník se zkapalněným plynem
2. průtokoměr
3. sycení mléka plynem pomocí injektáží trubice
4. sýrařský výrobek

### 1.9.1. Úprava mléka před sýřením

Při tomto kroku opět probíhá pasterace mléka, přidání provozního zákysu, zvýšení sýřitelnosti chloridem vápenatým, dále se provádí úprava tučnosti mléka, dohřívání mléka na požadovanou teplotu a nakonec probíhá jednorázové přidání oxidu uhličitého na snížení kyselosti mléka. Přikyselení mléka je důležité pro správné uvolnění syrovátky ze sýra a kontroluje růst mnoha nežádoucích bakterií [41].

Ostatní fáze výroby jsou stejné jak pro mléko upravené oxidem uhličitým, tak i bez tohoto ošetření [41].



**Obr. 9** Technologické schéma výroby Balkánského sýru s oxidem uhličitým [44].

CO<sub>2</sub>.....označená bomba s plynným oxidem uhličitým  
MV1...uzavíratelný kohout  
T.....topné těleso  
MV....redukční ventil  
P.....tlakoměr – pracovní tlak 15 barr  
V.....průtokoměr  
MV2...uzavíratelný kohout – vtok mléka do výrobniku  
R.....výrobník  
WB....chladič  
MV3...uzavíratelný kohout – přítok oxidu uhličitého do mléka  
MV4...uzavíratelný kohout - vypuštění mléka do vaniček

Celé technologické schéma je vidět na **Obr. 9**, kde je uvedeno i to, v které části výroby je přidáván oxid uhličitý do mléka [41].

### 1.10. Výhody nových technologií pro zákazníka

Pro zákazníka při rozhodování, zda má koupit výrobek vyrobený jiným technologickým postupem, jsou velice důležité hmatatelné výhody, které jsou spojené s danou prováděnou technologií. Mezi hmatatelné výhody se dají zařadit: zdravotní hledisko, ohleduplnost k životnímu prostředí, snížená cena a ekonomické výhody (hlavní výhoda pro výrobce).

Nejdůležitější výhody, které jsou uváděny v souvislosti s koupí daného výrobku zákazníkem:

- zkrácení výrobního času, který má hlavní ekonomický prospěch pro výrobce;
- zvýšení vitamínového obsahu, což způsobí rozšíření výživové hodnoty;
- snížení mikrobiálního zatížení (především bakterie *Listeria monocytogenes*), výhodou je zvýšení bezpečnosti produktu;
- rozšíření chuti konečného produktu;
- podstatně snížené náklady, které mají prospěch především pro spotřebitele ve snížené ceně výrobku;
- bezpečí nové technologie v potravinářském průmyslu;
- nejdůležitější výhoda je vliv na zdraví spotřebitele.

Podle této studie je uvedeno, že zákazník bude daný výrobek kupovat s větší pravděpodobností, pokud budou zvýšené přímé výhody, nebo jich bude více vyplývat z technologických inovací.

Největší výhodou pro spotřebitele v této době je, když možnost slevy daného výrobku by mohla představovat výhody jak pro výrobce, tak i pro zákazníka.

Tato studie také uvádí, že důležitým hlediskem pro zákazníka by měla být především chuť a kvalita, ale u většiny dotazovaných vítězila především značka daného výrobku a následně cena.

Pro vývoj nových produktů tedy platí, pokud mají zákazníci větší prospěch než výrobci, bude tento výrobek kupován více [45].



## **1.11. Senzorická analýza**

Podstatnou částí experimentů v této práci je sensorické hodnocení vyrobených sýrů, proto jsou zde stručně popsány základy sensorické analýzy.

Senzorické zkoušky jsou analýzy provedené prostřednictvím hodnotitelů za podmínek, které zaručují přesné, objektivní a reprodukovatelné sensorické hodnocení potravin. Dosáhne se použitím několikačlenné poroty za standardních podmínek, kdy jsou odstraněny rušivé vlivy. Sensorickou analýzou se rozumí hodnocení potravin bezprostředně našimi smysly, včetně zpracování výsledků lidskou centrální nervovou soustavou. Při sensorické analýze využíváme čich, zrak, chuť, hmat i sluch [46].

Senzorická analýza hodnotí organoleptické znaky jako chuť, vůni, vzhled, barvu výrobků smyslovými orgány [47].

Při sensorické analýze se obvykle začíná s hodnocením komplexním, až potom následuje hodnocení detailů [46].

Senzorickou analýzou se nestanoví bezprostředně koncentrace sensoricky aktivní látky. Sensorická analýza lze zařadit do skupiny tzv. psychometrických metod, protože se jí stanoví přijatelnost nebo intenzita vjemu, nikoli složení potravin [48].

### **1.11.1. Rozdíl mezi sensorickou analýzou a fyzikální nebo chemickou analýzou**

Fyzikální nebo chemickou analýzou se stanoví jen vlastnosti potravin, které odpovídají vnějším podnětům při sensorické analýze. Sensorickou analýzou se však stanoví nikoli podněty, ale vjemy. Vjemy, získané smyslovými receptory, jsou zpracovány v centrální nervové soustavě. Takto získané výsledky ze sensorické analýzy nejsou přímo srovnatelné s výsledky fyzikální nebo chemické analýzy [46].

### **1.11.2. Metodické otázky sensorické analýzy**

K nejdůležitějším obecným metodickým otázkám při sensorické analýze patří:

1. vytvořit optimální podmínky pro konkrétní úlohu,
2. vytvořit systém přípravy a předkládání vzorků pro splnění zadaného úkolu,
3. vybrat z dostupných osob vhodné hodnotitele a přiměřeně je vyškolit [46].

### **1.11.3. Hodnotitel (posuzovatel) při sensorické analýze**

Hodnotitelé nebo posuzovatelé se nazývají osoby, které se aktivně zúčastňují sensorické analýzy. Soubor těchto osob se nazývá porota (komise). Vhodní hodnotitelé se vybírají pečlivě podle fyzických a psychických předpokladů pro sensorické hodnocení.

Jako konzument se označuje hodnotitel, který není speciálně odborně vzdělán, takže jeho názory i výsledky hodnocení jsou blízké názorům a výsledkům skutečných spotřebitelů [46].

### **1.11.4. Použité laboratorní metody sensorické analýzy potravin**

Výběr metody závisí na charakteru úkolu, na počtu a na kvalitě hodnotitelů, dále na čase, který je možno analýze věnovat, na množství vzorků a na statistické chybě, kterou je možné tolerovat. Rozdílové zkoušky jsou účinnější než stanovení absolutních hodnot, ale vyžadují více vzorků a delší dobu. Pro hodnocení vzorků sýrů v této práci byly použity: párová preferenční metoda, metoda duo-trio, stupnicový test a profilové metody [49].

#### **1.11.4.1. Párová zkouška**

Párová zkouška patří mezi nejjednodušší rozlišovací zkoušky, proto je tato metoda obzvláště vhodná pro hodnotitele s malými zkušenostmi. Hodnotitel obdrží pár zkoumaných vzorků a má za úkol odpovědět, zda zjistil mezi vzorky rozdíl. Hodnotitel ochutnává postupně oba vzorky a k jednomu ochutnanému vzorku se smí vracet. Pokud zjistí rozdíl, požaduje se, aby určil, který vzorek má větší intenzitu sledovaného znaku nebo kterému vzorku dává přednost z hlediska sensorické jakosti [46].

#### **1.11.4.2. Zkouška duo-trio**

Tato zkouška patří k nejstarším metodám sensorické analýzy. Tato metoda vyžaduje dodání standardu. Hodnotitel obdrží 3 vzorky, z nichž prvý je standard. Hodnotitel srovnává oba neznámé vzorky se standardem (jde tedy o pár neznámých vzorků) a k jednomu posuzovanému vzorku se smí libovolně vracet. Úkolem je rozhodnout, který vzorek z páru je shodný se standardem a který se od něho liší [46].

#### **1.11.4.3. Stupnicová metoda**

Tyto metody jsou v praxi nejrozšířenější, protože jimi lze lépe kvantitativně vyjádřit jakostní rozdíly mezi vzorky. Celková jakost nebo nějaký dílčí ukazatel se posoudí podle určité stupnice [46, 49].

V našem případě byla použita číselná pětibodová ordinální stupnice, kombinovaná s popisem, hedonického typu. Ordinální stupnice je taková stupnice, ve které se intenzita, kvalita nebo příjemnost určité vlastnosti mění daným směrem, ale velikost intervalů není přesně daná. Hedonická stupnice je stupnice, která slouží k posouzení stupně přijatelnosti, libosti nebo příjemnosti [46, 49].

#### **1.11.4.4. Profilové metody**

Profilové metody se používají pro stanovení charakteru chuti, vůně a textury. Celkový vjem je rozdělen na dílčí vjemy (deskriptory), u těchto deskriptorů se následně určuje jejich intenzita podle předem dané stupnice. Na základě několika hodnocených vlastností se stanoví sensorický profil potraviny. Tímto způsobem lze popsat charakteristický profil sýru velice podrobně, ale pouze v případě, že jsou k dispozici dostatečně zkušené hodnotitelé [46].

## 2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

### 2.1. Laboratorní vybavení

#### 2.1.1. Pomůcky

- odměrné baňky, odměrné válce, Erlenmayerovy baňky
- pipety, mikropipety VITRUM o objemu 0,5 – 5 ml, špičky
- kádinky, zkumavky, butyrometry 0,1 – 7 % tuku
- hustoměr na určení specifické hmotnosti mléka
- gumové rukavice, ochranné brýle
- lžíce, hliníkové váženky na stanovení sušiny, křemičitý písek
- železný stojánek na butyrometry
- hadice dlouhá 15 m, průměr 10 cm
- sterilní pipety, Petriho misky

#### 2.1.2. Přístroje

- analytické digitální váhy Scal –Tec instruments, Heiligenstadt-Germaly, SPO 51
- digitální váhy Veit electronics MVZ 5
- sušárna KC - 65, Lumel
- lednička Elektrolux a Slatinka electronic
- pH metr WTW pH 330, Měřicí a analytická technika, spol. s r.o., Praha
- průtokoměr Krohne Duisburg Germany,  $pH_{max}$  15 Bar
- tlakoměr U13 WG/ E,  $p_1 = 200$  Bar,  $p_2 = 15$  Bar
- stopky
- odstředivka Funke Gerber, Nova Safety, 1000 – 1200 otáček.min<sup>-1</sup>
- vodní lázeň s teploměrem
- chlazené bomby s CO<sub>2</sub>
- stabilizátor napětí 1,5 – 12V, model MWS 28
- termostat BT 120 M na 25 °C a 30 °C, Laboratorní přístroje Praha

#### 2.1.3. Výrobní zařízení

- výrobník – výroba potravních strojů a obalů, D.P. Hradec Králové, Typ: VSN3
- vanička – ALPMA/Hain & CO/Germany
- obracečka sýrů – Rexroth 143 PSI 9180
- harfy na krájení – příčná, podélná

#### 2.1.4. Chemikálie

- hydroxid sodný 0,25 mol.l<sup>-1</sup>, MILCOM, a.s., Tábor
- kyselina sírová mlékárenská 91%, Euro-Šarm, spol. s r.o., Šenov
- kyselina sírová ředěná 64 %, Euro-Šarm, spol. s r.o., Šenov
- isoamyl alkohol, MILCOM, a.s., Tábor
- indikátor 2 % etanolový roztok fenolftaleinu, MILCOM, a.s., Tábor

#### 2.1.5. Syřidlový koagulant

- Hannilase L 2000/5L, Chr. HANSEN A/S Mørsholm

### 2.1.6. Růstové médium

- Superbact MVM, Natura, a.s., Havlíčkův Brod

### 2.1.7. Kultury

- Jogurtové kultury, Chr. HANSEN A/S Mørsholm
- C 301 Mezofilní kultura, Chr. HANSEN A/S Mørsholm
- CHN 11 Mezofilní kultura, Chr. HANSEN A/S Mørsholm

### 2.1.8. Živné půdy

- VČŽL - agarová půda s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučivými solemi a laktosou, Milcom, a.s., Tábor
- GKCh - agarové půdy s glukosou, kvasničným extraktem a chloramfenikolem, Milcom, a.s., Tábor

### 2.1.9. Plyny

- oxid uhličitý LINDE GAS, a.s., Technoplyn v tlakové lahvi s redukčním ventilem – oxid uhličitý potravinářský E 290

## 2.2. Podmínky při výrobě sýru s CO<sub>2</sub>

- přidávaný plyn: oxid uhličitý, optimální množství 0,55 – 0,60 g. l<sup>-1</sup>, optimální průtok 200 ml. min<sup>-1</sup>
- dávkování syřidla: mikropipeta – snížení množství syřidla o 40 % z původní dávky
- teplota ohřívání mléka 30 – 33 °C
- doba srážení mléka: 10 – 12 minut
- krájení sýru: 55 minut po nalití mléka do vaničky
- celková doba výroby sýru: 1 hodina 25 minut

## 2.3. Podmínky při výrobě sýru bez CO<sub>2</sub>

- dávkování syřidla: mikropipeta
- teplota ohřívání mléka 36 – 38 °C
- doba srážení mléka: 60 minut
- krájení sýru: 1 hodina po nalití mléka do vaničky
- celková doba výroby sýru: 1 hodina 30 minut

## 2.4. Vzorky

K práci byly použité vyrobené vzorky bílého sýru (Balkánského sýru) s obsahem sušiny 42% (w/w), tuku 21% (w/w) a tuku v sušině 50 % (w/w). Sýry s oxidem uhličitým byly vyrobeny 17.6.2009, 19.6.2009, 22.6.2009 a 24.6.2009 ve společnosti Mlékárna Polná, spol. s r. o., z pasterovaného mléka o tučnosti 4 % ± 0,05 % (w/w), přídatku oxidu uhličitého v množství 0,55 – 0,60 g.l<sup>-1</sup>, syřidlový koagulant Hannilase, mikrobiálních jogurtových kultur a kultury C 301 a CHN 11. Kultura C 301 a CHN 11 byla použita ve formě provozního zákysu pěstovaného v růstovém médiu Superbact MVM. Kontrolní vzorky bez oxidu uhličitého byly vyrobeny 18.6.2009, 20.6.2009, 23.6.2009 a 25.6.2009 stejným způsobem jako vzorky s CO<sub>2</sub>, jen s tím rozdílem, že zde oxid uhličitý nebyl přidán.

Vyrobené vzorky byly po prokysání uloženy do solného roztoku a takto uchovávány v PE kbelcích a nebo vaničce APET po dobu 6 měsíců, kdy skončila jejich minimální doba trvanlivosti, nebo baleny do PE/PA folií, kdy jejich trvanlivost je 60 dní. Z výrobního procesu byly odebírány sýry z každé výroby jak s oxidem uhličitým, tak i bez něho. Náhodně vybrané vzorky byly hodnoceny senzoricou analýzou po 1, 7, 15, 30, 60 a 180 dnech od jejich výroby.

Vyrobené sýry byly skladovány v chladárně při teplotě  $8 \pm 2$  °C.

Jednotlivé sýry uchovávané v předem popsaných obalech jsou zobrazeny na **Obr. 10**, **Obr. 11** a **Obr. 12**.



**Obr. 10** *Balkánský sýr 360 g, obal PE/PA folie, skladovaný 60 dní*



**Obr. 11** *Balkánský sýr 1,25 kg vanička, obal vanička APET, skladovaný 6 měsíců*



Obr. 12 *Balkánský sýr kbelík 3 kg, obal PE nádoba, skladovaný 6 měsíců*

## 2.5. Použité metody

### 2.5.1. Stanovení kyselosti mléka

#### 2.5.1.1. *Zkouška podle Soxhleta-Henkela – titrační kyselost*

Do baňky se odměřilo 50 ml zkoušeného mléka, přidaly se 2 ml roztoku indikátoru fenolftaleinu a titrovalo se 0,25 mol.l<sup>-1</sup> roztokem NaOH za stálého míchání kroužením do slabě růžového zbarvení, které trvalo minimálně jednu minutu. Na byretě se odečetl počet spotřebovaných mililitrů 0,25 mol.l<sup>-1</sup> roztoku NaOH. Počet mililitrů se vynásobil dvěma a získala se kyselost ve stupních Soxhlet-Henkelových (°SH). Kyselost ve stupních SH vyjadřuje tedy spotřebu 0,25 mol.l<sup>-1</sup> roztoku NaOH v mililitrech na 100 ml mléka.

#### 2.5.1.2. *Aktivní kyselost mléka*

Aktivní kyselost je dána skutečnou koncentrací vodíkových iontů H<sup>+</sup> a vyjadřuje se v hodnotách pH [43].

Aktivní kyselost mléka jsme stanovovali pomocí pH-metru, kde hodnota pH je záporný logaritmus koncentrace vodíkových iontů nebo také potenciální kyselost.

$$pH = -\log c_{H^+} \quad (2.1.)$$

kde

log.....přirozený logaritmus

$c_{H^+}$ ...koncentrace vodíkových iontů

### 2.5.2. Stanovení obsahu tuku v mléku podle Gerbera (provozní metoda)

Podstatou metody je kyselé rozrušení bílkovin a po přidavku isoamyl alkoholu oddělení a měření uvolněného objemu tuku odstředěním v butyrometru [41].

Do butyrometru se odměří 10 ml kyseliny sírové (90 – 91 %) a poté se pipetou na 10,75 ml odměří 10,75 ml mléka a vpustí se do butyrometru tak, aby mléko zvolna stékalo po jeho vnitřní straně a aby se obě tekutiny vzájemně nemísily, ale aby se na sebe navrstvily. Poté se přidá 1 ml isoamyl alkoholu, uzavře se zátkou a obsah se protřepe. Po rozpuštění kaseinu se butyrometr zahřívá. Poté se vloží do odstředivky, kterou je nutné vyvážit. Odstředivka je uvedena do chodu, aby dosáhla 1000 až 1200 otáček za minutu. Touto rychlostí se odstřeďuje 6 minut. Poté jsou butyrometry vyjmuty a vloží se do vodní lázně (65 °C), aby byla celá stupnice ponořena. Po jedné minutě se butyrometry vyjmou a odečte se obsah tuku v mléce. Odečítat se musí rychle, protože ochlazením se tuková vrstva smršťuje.

Na butyrometru se přímo odečte g tuku ve 100 g mléka.

### 2.5.3. Stanovení hustoty mléka

Hustota mléka patří v provozu k běžným sledovaným ukazatelům, neboť na bázi hustoty a obsahu tuku lze vypočítat sušinu mléka. Pro toto měření byly zkonstruovány speciální mléčné hustoměry. Jejich stupnice přímo ukazuje hustotu mléka v  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$  [41].

Mléko, které se ohřálo na teplotu 40 – 45 °C, se ochladí na 20 °C. Vytemperovaným mlékem se naplní odměrný válec, při ponoření hustoměru malé množství mléka přeteče přes okraj válce. Dále se odečte horní meniskus. Je-li měření prováděno při jiné teplotě než 20 °C (nejvýše však v rozmezí 15 – 25 °C), je nutné provádět korekci podle ověřovacího listu, viz Tab. 5. Při vyšší teplotě se korekce přičítá, při nižší se odečítá. Korekce je přibližně 0,2 dílků  $L_{20}$ .

$$L_{20} = \rho_{20} - 1000 \quad (2.2.)$$

kde

$L_{20}$  .....tzv. laktodenzimetrické číslo

$\rho_{20}$ .....hustota, udávaná v  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$

**Tab. 5** Korekce pro hustotu mléka na teplotu 20 °C (při teplotách pod 20 °C se opravy odečítají, nad 20 °C se opravy přičítají) [41].

| $L_{20}$ | Teplota [°C] |     |     |     |      |     |      |    |      |     |      |     |     |     |     |
|----------|--------------|-----|-----|-----|------|-----|------|----|------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
|          | 15           | 16  | 17  | 18  | 18,5 | 19  | 19,5 | 20 | 20,5 | 21  | 21,5 | 22  | 23  | 24  | 25  |
| 15       | 1,0          | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4  | 0,3 | 0,1  | 0  | 0,1  | 0,3 | 0,4  | 0,5 | 0,8 | 1,1 | 1,4 |
| 16       | 1,0          | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4  | 0,3 | 0,1  | 0  | 0,1  | 0,3 | 0,4  | 0,5 | 0,8 | 1,1 | 1,4 |
| 17       | 1,1          | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4  | 0,3 | 0,1  | 0  | 0,1  | 0,3 | 0,4  | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 |
| 18       | 1,1          | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4  | 0,3 | 0,1  | 0  | 0,1  | 0,3 | 0,4  | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 |
| 19       | 1,1          | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4  | 0,3 | 0,1  | 0  | 0,1  | 0,3 | 0,4  | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 |
| 20       | 1,1          | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4  | 0,3 | 0,1  | 0  | 0,1  | 0,3 | 0,4  | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,5 |
| 21       | 1,1          | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4  | 0,3 | 0,1  | 0  | 0,1  | 0,3 | 0,4  | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,6 |
| 22       | 1,2          | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4  | 0,3 | 0,1  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,4  | 0,6 | 0,9 | 1,2 | 1,6 |
| 23       | 1,2          | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4  | 0,3 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 0,6 | 0,9 | 1,3 | 1,6 |
| 24       | 1,2          | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4  | 0,3 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 0,6 | 0,9 | 1,3 | 1,6 |
| 25       | 1,2          | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4  | 0,3 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 0,6 | 1,0 | 1,3 | 1,6 |
| 26       | 1,2          | 1,0 | 0,8 | 0,6 | 0,4  | 0,3 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 0,6 | 1,0 | 1,3 | 1,7 |
| 27       | 1,3          | 1,1 | 0,8 | 0,6 | 0,4  | 0,3 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 0,7 | 1,0 | 1,4 | 1,7 |
| 28       | 1,3          | 1,1 | 0,9 | 0,6 | 0,5  | 0,3 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 0,7 | 1,0 | 1,4 | 1,7 |
| 29       | 1,3          | 1,1 | 0,9 | 0,6 | 0,5  | 0,3 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 0,7 | 1,0 | 1,4 | 1,8 |
| 30       | 1,3          | 1,1 | 0,9 | 0,6 | 0,5  | 0,3 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 0,7 | 1,1 | 1,4 | 1,8 |
| 31       | 1,3          | 1,1 | 0,9 | 0,6 | 0,5  | 0,3 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 0,7 | 1,1 | 1,4 | 1,8 |
| 32       | 1,4          | 1,2 | 0,9 | 0,6 | 0,5  | 0,3 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,3 | 0,5  | 0,7 | 1,1 | 1,5 | 1,8 |
| 33       | 1,4          | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 0,5  | 0,4 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,4 | 0,5  | 0,7 | 1,1 | 1,5 | 1,9 |
| 34       | 1,4          | 1,2 | 0,9 | 0,7 | 0,5  | 0,4 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,4 | 0,6  | 0,7 | 1,1 | 1,5 | 1,9 |
| 35       | 1,4          | 1,2 | 1,0 | 0,7 | 0,5  | 0,4 | 0,2  | 0  | 0,2  | 0,4 | 0,6  | 0,7 | 1,1 | 1,5 | 1,9 |

**Stanovení sušiny mléka** v % (w/w) bylo vypočítáno ze vztahu:

$$s = t \cdot 1,25 + 2,665 \cdot \left(100 - \frac{100}{h}\right) \quad (2.3.)$$

kde

s ... procenta sušiny mléka

t... obsah tuku v mléce

h ... specifická hmotnost mléka

#### 2.5.4. Stanovení sušiny a vody v sýru

Obsah vody se stanoví z rozdílu hmotnosti vzorku před sušením a po sušení při 105 °C do konstantní hmotnosti.

Na analytických digitálních vahách se naváží do hliníkové váženky s křemičitým pískem přesně 5 g sýru. Tento kalíšek se vloží do sušárny vyhřáté na 105 °C a ponechá se v sušárně 4 hodiny. Poté je vyndán ze sušárny a položen do exsikátoru, kde se ponechá tak dlouho, dokud nevychladne. Poté se zváží a zapíše se daná hmotnost. Z hmotností po sušení a před sušením se určí množství sušiny a vody v sýru.



$$m_{H_2O} = m_k + m_{vz} - m_1 \quad (2.4.)$$

$$w_{H_2O} = \frac{m_{H_2O}}{m_{vz.}} \quad (2.5.)$$

$$w_{sušina} = 1 - w_{H_2O} \quad (2.6.)$$

kde

$m_{H_2O}$  .....množství vody v sýru

$m_k$  .....hmotnost váženky

$m_{vz}$  .....navážka vzorku

$m_1$  .....hmotnost po sušení

$w_{H_2O}$  .....obsah vody ve vzorku

$w_{sušina}$  ....obsah sušiny ve vzorku

### 2.5.5. Stanovení obsahu tuku v sýru dle Van Gulika

Podstatou metody je kyselé rozrušení bílkovin a po přidavku isoamyl alkoholu oddělení a měření uvolněného objemu tuku odstředěním v butyrometru [47].

Metoda pracuje s butyrometry na sýr dle Van Gulika se škálou 0 – 20 % nebo 0 – 40 % a kyselinou sírovou o hustotě  $1550 \pm 5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  [47].

Na folii celofánu se naváží 3,0 g vzorku. Spodním širším otvorem se vloží tento vzorek a horním otvorem se po stěně přidá asi do 2/3 butyrometru kyselina. Za protřepávání se butyrometr vyhřívá ve vodní lázni při  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  až do rozpuštění bílkovin. Pak se doplní kyselina až ke značce 15 – 20 % na škále a přidá se 1 ml isoamyl alkoholu, butyrometr se zazátkuje a protřepe se. Poté se vloží do odstředivky, kterou je nutné vyvážit. Odstředivka se uvede do chodu, aby dosáhla 1000 až 1200 otáček za minutu. Touto rychlostí se odstřeďuje 6 minut. Poté se butyrometry vyjmou a vloží se do vodní lázně ( $65 \text{ }^\circ\text{C}$ ), aby byla celá stupnice ponořena. Po jedné minutě se butyrometry vyjmou a odečte se obsah tuku v mléce. Odečítat se musí rychle, protože ochlazením se tuková vrstva smršťuje. Obsah tuku se odečte přímo na škále v procentech hmotnosti.

### 2.5.6. Výtěžnost při výrobě sýru

Výtěžnost sýru při výrobě byla počítána z jednoduchého vztahu, který dává do poměru zpracované litry mléka a získaný produkt v kilogramech. Výtěžnost byla počítána jak pro sýr vyrobený s oxidem uhličitým, tak i bez něho. Při výtěžnosti je nejdůležitější, aby na 1 kg sýru bylo spotřebováno co nejméně mléka.

$$Y = \frac{V(\text{mléka})}{m(\text{sýru})} = \frac{[dm^3]}{[kg]} = \frac{1 \cdot 10^{-3} [m^3]}{[kg]} \quad (2.7.)$$

kde

$Y$ .....výtěžnost [ $\text{m}^3 \cdot \text{kg}^{-1}$ ]

$V$ .....zpracovaný objem mléka

$m$ .....hmotnost vyrobeného sýru

### 2.5.7. Mikrobiologické vyšetření plotnovou metodou

Vyšetřování vzorků sýrů plotnovou metodou je založeno na patřičném zředění vzorku sýru a následném vpravení části tohoto vzorku sterilní pipetou do sterilní Petriho misky. Miska se pak zalije sterilní ztekucenou agarovou živnou půdou. Po ztuhnutí živné půdy pak z každého přítomného pouhým okem neviditelného zárodku obsaženého v očkovací kapce mléka vznikne po uplynutí potřebné doby viditelné kolonie mikrobů [24].

#### 2.5.7.1. Stanovení počtu koliformních mikrobů

Nejprve je nutné připravit základní ředění vzorku sýru. Základní ředění se připraví tak, že se odebere sterilně 10 g sýru a přidá se 90 g sterilizované destilované vody. Z tohoto ředění se sterilně odebere 1 ml vyšetřovaného vzorku do sterilních prázdných Petriho misek, které se zalijí sterilní živnou polotuhou agarovou půdou s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučovými solemi a laktosou ochlazenou na 40 – 45 °C. Naočkované půdy se inkubují 24 – 48 hodin při 30 °C. Po skončení inkubace se spočítají narostlé kolonie.

$$x = MO \cdot z \cdot X \quad (2.8.)$$

kde

x.....počet koliformních buněk MO v 1 g vyšetřovaného vzorku

MO....průměrný počet narostlých kolonií

z.....zředění

X.....přepočet na 1 g vzorku

#### 2.5.7.2. Stanovení počtu kvasinek a plísní

Nejprve je nutné připravit základní ředění vzorku sýru. Základní ředění se připraví tak, že se odebere sterilně 10 g sýru a přidá se 90 g sterilizované destilované vody. Z tohoto ředění se sterilně odebere 1 ml vyšetřovaného vzorku do sterilních prázdných Petriho misek, které se zalijí sterilní agarovou půdou s glukosou, kvasničným extraktem a chloramfenikolem ochlazenou na 40 – 45 °C. Petrino misky se řádně krouživým pohybem promísí a nechají se ztuhnout. Naočkované půdy se inkubují 3 – 5 dní při 25 °C. Po skončení inkubace se spočítá zvlášť narostlý počet kvasinek a zvlášť narostlý počet plísní.

$$x = MO \cdot z \cdot X \quad (2.9.)$$

kde

x.....počet kvasinek (plísní) v 1 g vyšetřovaného vzorku

MO....průměrný počet narostlých kolonií

z.....zředění

X.....přepočet na 1 g vzorku

## 2.6. Senzorická analýza

### 2.6.1. Hodnotitelé

Hodnotitelé byli vybráni ze zaměstnanců společnosti Mlékárna Polná, spol. s r. o. Byli vybíráni tak, aby bylo docíleno zastoupení různých věkových skupin. Zaměstnanci byli proškoleni o způsobu sensorického hodnocení a měli tedy všeobecný přehled, co se týče hodnocení. Někteří měli velké zkušenosti se sensorickým hodnocením, protože se s ním aktivně setkávají. Celkový počet hodnotitelů byl 11.

### 2.6.2. Podmínky sensorického hodnocení

Z důvodu, že v mlékárně nemají sensorickou laboratoř, byla využita místnost, která byla přizpůsobena požadavkům a zdála se nám nejvhodnější pro sensorické hodnocení. Mezi jednotlivými hodnotiteli byla minimální vzdálenost 3 m. V průběhu hodnocení byl udržován v místnosti klid, nebyl zde průvan nebo otevřené okno. Barva stěn v místnosti je bílá. Teplota v místnosti byla 23 °C, vlhkost vzduchu 60 – 62 %.

### 2.6.3. Příprava a předkládání vzorků při sensorickém hodnocení

Vzorky pro sensorické hodnocení se rozdělily na kousky, které byly asi 2 cm velké a hmotností odpovídaly asi 20 g. Tyto vzorky byly rozděleny na talířky, které byly označeny příslušným kódem. Talířky byly bílé barvy. Tyto talířky byly předloženy před hodnotitele. Jednotlivé formuláře používané při sensorickém hodnocení jsou uvedeny v příloze č. 1, 2 a 3. Jako chuťový neutralizátor bylo použito mléko.

### 2.6.4. Metody využití pro sensorické hodnocení Balkánského sýru

Pro hodnocení byly použity laboratorní metody. Jejich výhodou je, že jsou výsledky zatíženy nejmenší chybou a lze získané výsledky srovnávat uspokojivě mezi laboratořemi. Nevýhodou je značná nákladnost těchto metod.

Pro hodnocení byla využita *stupnicová metoda*, kdy byla použita číselná ordinální stupnice hedonického typu. Úkolem bylo ohodnotit různé kategorie: chuť, vůni, konzistenci, barvu, texturu a celkový vzhled daného vzorku.

Hodnotitelé měli možnost si vybrat z pěti nabídnutých možností, které jim nejvíce připomínají vlastnosti daného sýru. Dále zde měli nabídnutou možnost poznámky, kde mohli vypsat jakékoli své postřehy či poznatky. Číslem jedna byl označen nejlepší sýr, číslem pět potom hodnocení nepříznivých vlastností u sýrů. Tento formulář je uveden v příloze č. 1.

Dále byla zařazena *profilová zkouška* vůně a chuti pomocí vybraných deskriptorů. Úkolem bylo ohodnotit sýry pomocí předepsaných deskriptorů. Byla zde nabídnuta i možnost uvedení jiného deskriptoru, kde hodnotitelé mohli napsat jakoukoli jinou vnímanou chuť či vůni. Číslem jedna byl u profilové zkoušky označen sýr s nejnižší intenzitou, naopak číslem pět byl označen sýr s nejvyšší intenzitou. Tato zkouška byla zařazena v dotazníku stupnicového hodnocení a tento formulář je uveden v příloze č. 1.

Pro posouzení rozdílu mezi vzorkem s použitím oxidu uhličitého a bez něho byla využita *preferenční párová zkouška*. Hodnotitel měl za úkol vybrat ze dvou vzorků, kterému dává přednost a jak velký rozdíl mezi nimi vnímá. Formulář pro toto hodnocení je uveden v příloze č. 2.

Posledním hodnocením, které bylo využito pro hodnocení sýrů, byla *metoda duo-trio*. Zde byl předložen standard, který měl odpovídat vzorku sýru bez oxidu uhličitého. Standard byl podáván vždy na levé straně, další pořadí vzorků s oxidem uhličitým a bez něho bylo náhodné. Formulář je v příloze č. 3.

### 2.6.5. Vyhodnocení jednotlivých metod senzorické analýzy

Výsledky senzorické analýzy jsou vyjádřeny graficky pomocí programu Microsoft Excel a statisticky zpracovány pomocí softwaru STAT VYD verze 2,0 beta.

#### 2.6.5.1. Statistické zpracování výsledků senzorické analýzy

Hodnocení pomocí stupnice lze podpořit oboustranným Wilcoxonovým testem, který je vhodnou metodou k posouzení rozdílů mezi vzorky A a B ve srovnatelných časových intervalech hodnocení. Jedná se o test na shodnost, založený je na rozdílu součtu požadovaných čísel dvou souborů. Pro naši práci součtem  $T_j$  rozumíme součet hodnot jednotlivých kategorií stupnice u stupnicového hodnocení definovaných vlastností [50, 51, 52].

Po vyplnění všech potřebných hodnot do tabulky programu STAD VYD získáme informaci, zda je mezi vzorky A a B statisticky významný rozdíl na zvolené hladině významnosti  $\alpha$ .

## 2.7. Statistické zpracování analytických výsledků

### 2.7.1. Aritmetický průměr

Při opakování analýzy ( $a \rightarrow \infty$ ) získáme soubor poněkud rozdílných hodnot  $x_i$ , které mají normální (Gaussovo) pravděpodobnostní rozdělení. Očekávaná hodnota aritmetického průměru  $\mu (\bar{x})$ , která v případě normálního rozdělení současně představuje nejčastější hodnotu, se nejčastěji odhaduje jako aritmetický průměr [47].

$$\bar{x} = \frac{1}{n} (x_1 + x_2 + \dots + x_n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (2.10.)$$

kde

$x_i$ ...jednotlivé naměřené hodnoty

$n$ ...počet měření

### 2.7.2. Směrodatná odchylka

Hodnota směrodatné odchylky zpravidla charakterizuje rozptýlení jednotlivých hodnot  $x_i$  okolo průměru  $\bar{x}$ . Jedná se tedy o míru přesnosti výsledků stanovení. Hodnota vypovídá o tom, jak se hodnoty od této střední hodnoty liší neboli jak hustě jsou kolem tohoto průměru seskupeny [47].

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (2.11.)$$

kde

$x_i$ ...hodnota i-tého pozorování

$n$ ...počet pozorování

$\bar{x}$ ...průměrná hodnota (aritmetický průměr)

### 2.7.3. Interval spolehlivosti

U většiny hodnocených měření (stanovení) neznáme skutečnou hodnotu  $\mu$ . Na základě matematické statistiky však lze vymezit oblast, s níž se s určitou pravděpodobností (na předem zvolené hladině významnosti) skutečná hodnota nachází. Tato oblast – interval spolehlivosti  $L_{1,2}$  – je tím užší, čím jsou získané výsledky přesnější, charakterizuje spolehlivost výsledku. Způsob výpočtu intervalu využívá Studentovo rozdělení pro velké soubory [47].

$$L_{1,2} = \bar{x} \pm t_{\alpha, \nu} \cdot \frac{s}{\sqrt{n}} \quad (2.12.)$$

kde

$L_1, L_2$  ....označují krajní meze intervalu spolehlivosti

$t_{\alpha, \nu}$ .....kritická hodnota Studentova rozdělení pro zvolenou hladinu významnosti a stupeň volnosti

$s$ .....směrodatná odchylka

$n$ .....počet měření

### 3. VÝSLEDKY A DISKUZE

Tato diplomová práce se zabývá problematikou přidavku oxidu uhličitého do mléka pro výrobu sýrů.

#### 3.1. Optimální přídavek CO<sub>2</sub>

Hlavním požadavkem bylo nalezení optimálního přídavku oxidu uhličitého pro ekonomiku provozu. Optimální přídavek CO<sub>2</sub> je přídavek, který sníží množství syřidlového koagulantu, zkrátí dobu srážení, čímž zkrátí dobu výroby sýru a umožní zvýšit výtěžnost sýrů při nejnižších nákladech. Vyzkoušeli jsme spotřeby oxidu uhličitého od 0,35 až po 1,2 g.l<sup>-1</sup>. Jednotlivé naměřené hodnoty jsou uvedeny v **Tab. 6**. Při nižší spotřebě (kolem 0,40 g.l<sup>-1</sup>) jsme museli snížit spotřebu syřidlového koagulantu pouze o 10 %, při vyšším snížení syřidlového koagulantu až o 50 % se doba srážení prodloužila až k 25 minutám. Při snížení množství syřidlového koagulantu pouze o 10 % se doba srážení pohybovala kolem 15 –16 minut. Při nižších přídavcích oxidu uhličitého se výtěžnost sýru snížila a proto jsme museli hledat jiné optimální množství. Také pH mléka se snížilo pouze o 0,15 jednotek.

Při vyšší spotřebě oxidu uhličitého (od 0,65 až do 1,2 g.l<sup>-1</sup>) se doba srážení zkrátila až na 7 – 8 minut, čímž se mohla zkrátit doba výroby sýru až o 10 minut, množství syřidlového koagulantu jsme mohli také upravit z původní hodnoty až o 70 %, ale při těchto přídavcích oxidu uhličitého nastal velký problém, že docházelo k rychlému odkapávání sýrů a také k jejich zrání a vznikaly v sýru velké prohlubně, které znehodnocovaly sýr, a proto jsme museli hledat jiné množství oxidu uhličitého. Hlavní výhodou bylo, že při zvýšeném množství oxidu uhličitého se dosahovalo vyšších výtěžností. Ale i přes to jsme tohoto nemohli využít. Snížení pH dosahovalo až o 0,5 jednotek.

Podle uvedených výsledků lze za optimální přídavek CO<sub>2</sub> do mléka považovat dávku 0,55 – 0,60 g.l<sup>-1</sup>. Doba srážení se pohybovala kolem 11 – 12 minut. Čas výroby se dal zkrátit o 5 minut. Výroba by se v tomto případě dala zkrátit až o 45 minut, ale velkým problémem je malá kapacita výroby, vyrobené sýry déle odkapávají a odkapávací plocha není ve výrobně dostatečná. Druhým problémem je přijímání jakékoli změny při výrobě zaměstnanci. Proto se čas výroby zkrátit jen o 5 minut. Množství syřidlového koagulantu jsme mohli snížit až o 40 % a výtěžnosti se pohybovaly kolem 6,03 ± 0,04 dm<sup>3</sup>.kg<sup>-1</sup>. Podařilo se tím snížit aktuální kyselost až kolem 0,35 jednotek pH. Takže z původní hodnoty pH mléka 6,40 se dosáhla po přidavku oxidu uhličitého hodnota 6,09 ± 0,02 pH.

Kyselost mléka (v textu uváděna jako hodnota pH) je dána jednak obsahem organických kyselin, hlavně kyseliny mléčné, dále pak obsahem a složením přítomných minerálních látek a bílkovin [47].

Mléčné bílkoviny způsobují kyselou reakci, protože obsahují převahu karboxylových skupin nad volnými aminoskupinami, v peptidických řetězcích bílkovinných molekul a micel mají vyšší zastoupení aminokyseliny ze skupiny monoaminodikarboxylových kyselin, hlavně je to kyselina glutamová. Na kyselou reakci se dále účastní některé kyselce reagující soli, oxid uhličitý rozpuštěný v mléce a organické kyseliny, které vznikly hlavně enzymovým rozkladem laktosy [53].

**Tab. 6** Optimální přídavek CO<sub>2</sub> do mléka na výrobu sýrů, při kyselosti mléka 7,9 – 8,0 °SH před přidáním oxidu uhličitého

| Vyráběný sýr         | Přidávaný oxid uhličité (g.l <sup>-1</sup> ) | Hodnota pH  | Snížení syřidlového koagulantu (%) | Doba srážení              |
|----------------------|--|-------------|------------------------------------|---------------------------|
| <b>Balkánský sýr</b> | 0,39 ± 0,03                                  | 6,26 ± 0,04 | 10                                 | 15 min. 27 sec. ± 21 sec. |
|                      | 0,48 ± 0,05                                  | 6,19 ± 0,03 | 30                                 | 13 min. 26 sec. ± 19 sec. |
|                      | 0,55 ± 0,02                                  | 6,09 ± 0,02 | 40                                 | 10 min. 41 sec. ± 24 sec. |
|                      | 0,59 ± 0,04                                  | 6,09 ± 0,02 | 40                                 | 10 min. 26 sec. ± 20 sec. |
|                      | 0,65 ± 0,05                                  | 6,07 ± 0,06 | 50                                 | 10 min. 15 sec. ± 31 sec. |
|                      | 0,77 ± 0,06                                  | 6,03 ± 0,02 | 50                                 | 9 min. 46 sec. ± 16 sec.  |
|                      | 0,88 ± 0,04                                  | 6,02 ± 0,02 | 60                                 | 9 min. 22 sec. ± 11 sec.  |
|                      | 0,97 ± 0,05                                  | 6,02 ± 0,04 | 60                                 | 8 min. 27 sec. ± 19 sec.  |
|                      | 1,09 ± 0,06                                  | 5,99 ± 0,03 | 70                                 | 8 min. 4 sec. ± 21 sec.   |
|                      | 1,20 ± 0,05                                  | 5,99 ± 0,03 | 70                                 | 7 min. 55 sec. ± 17 sec.  |

### 3.2. Výtěžnost při výrobě sýrů

Výtěžnost při výrobě Balkánského sýru upraveného s oxidem uhličitým byla vyšší než bez použití oxidu uhličitého. Mohlo to být způsobeno tím, že při výrobě s použitím oxidu uhličitého přecházelo do syrovátky nižší množství mléčného tuku, jednalo se o 0,1 %. Obsah mléčného tuku v syrovátce byl stanoven metodou dle Gerbera. Použila jsem butyrometr s dělením 0,01 %. Při výrobě bez oxidu uhličitého se množství mléčného tuku v syrovátce pohybovalo kolem 0,25 %, což mohlo způsobovat větší ztráty ve výtěžnosti. Vyšší výtěžnost lze s použitím oxidu uhličitého dosáhnout pravděpodobně tím, že se rychleji vysráží kasein a tím pádem dojde k vytvoření tvrdší sraženiny, která nezpůsobuje tak značné úniky mléčného tuku do syrovátky. Toto moje zjištění potvrzuje studie od Madieda a kol. [35], kde uvádí, že dojde k zvýšení výtěžnosti rychlejším srážením mléka a tvorbou tvrdší sraženiny a tím k nižšímu odvodu tukových částic do syrovátky.

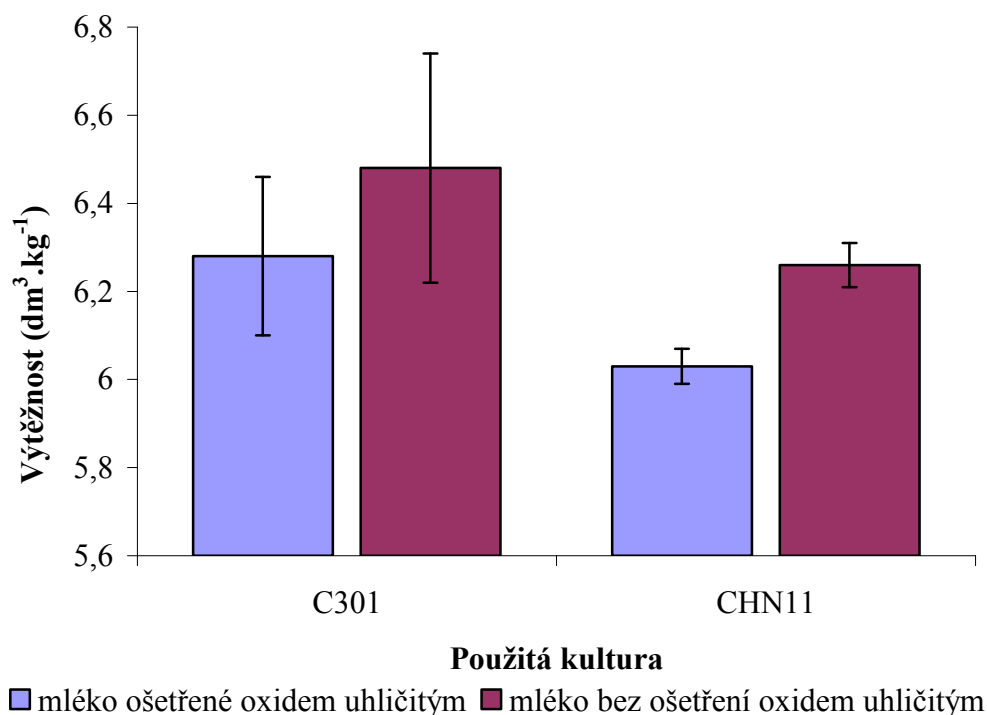
Studie od Gelaise a kol. [36] uvádí, že výtěžnost sýrů je velmi podobná, ať je mléko ošetřeno CO<sub>2</sub> nebo není. Rozdíl ve výtěžnosti je malý, což potvrzují i výsledky mé práce.

Dalším významným hlediskem, které ovlivňovalo výtěžnost sýrů, bylo použití různých kultur při výrobě. Při použití kultury C 301 došlo k poklesu výtěžnosti o 0,23 ± 0,03 dm<sup>3</sup>.kg<sup>-1</sup> oproti použití kultury CHN 11, což také značně ovlivnilo ekonomiku výroby daného sýru. Naměřené hodnoty pro jednotlivá měření jsou uvedeny v Tab. 7 a jsou graficky vyneseny na Obr. 13.

Proto by byla pro další výrobu sýrů s CO<sub>2</sub> použita kultura CHN 11. Při výtěžnosti sýru se určuje, kolik litrů mléka je nutné na výrobu 1 kg sýru, proto pro výrobce je nejdůležitější, aby 1 kg sýru vyrobili s použitím co nejméně mléka. Proto čím nižší výtěžnost při výrobě, tím více výrobce vyrobí sýru.

**Tab. 7** Vliv použité mikrobiální kultury na výtěžnost sýru

| Vyráběný sýr         | Přidávaný CO <sub>2</sub> (g.l <sup>-1</sup> ) | Použitá kultura | Výtěžnost (dm <sup>3</sup> .kg <sup>-1</sup> ) |
|----------------------|--|-----------------|--|
| <i>Balkánský sýr</i> | 0,55 ± 0,02                                    | C 301           | 6,28 ± 0,18                                    |
|                      | -----  | C301            | 6,48 ± 0,26                                    |
|                      | 0,55 ± 0,02                                    | CHN 11          | 6,03 ± 0,04                                    |
|                      | ----   | CHN 11          | 6,26 ± 0,05                                    |



**Obr. 13** Výtěžnost sýrů vzhledem na použité mikrobiální kultuře a ošetření mléka

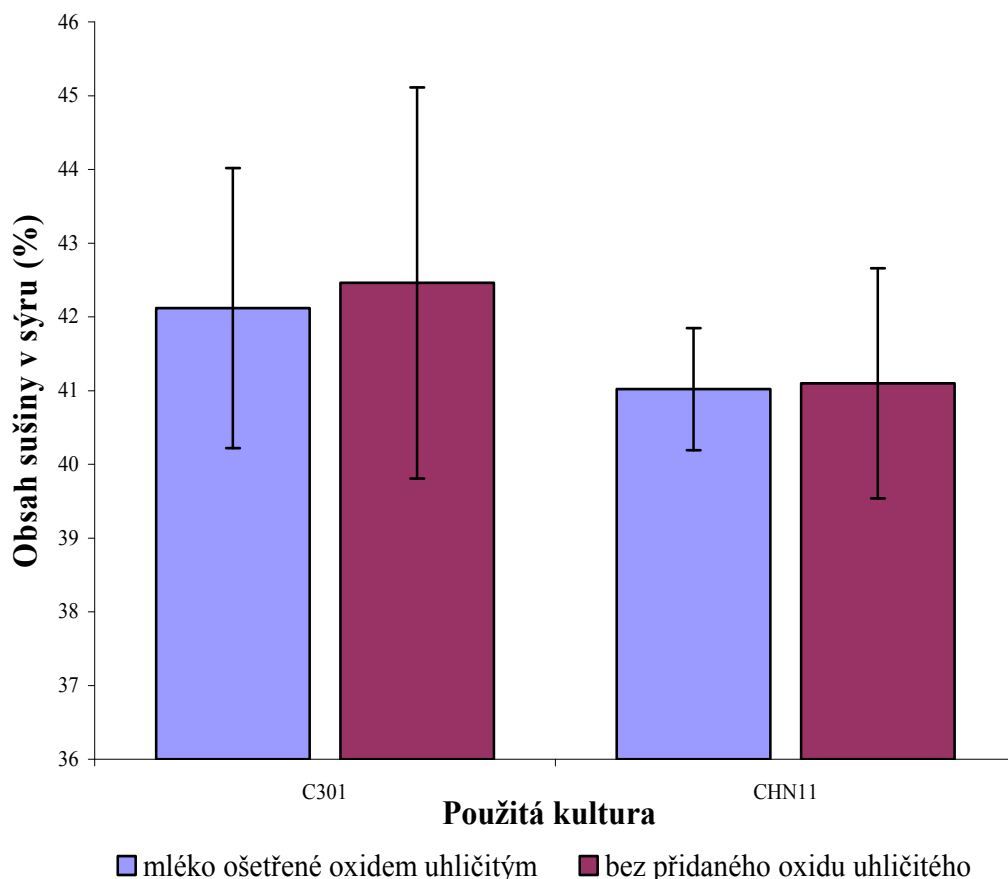
### 3.3. Rozdíl obsahu sušiny při výrobě sýrů s CO<sub>2</sub> a bez CO<sub>2</sub>

Při hodnocení obsahu sušiny daných výrob s oxidem uhličitým a bez něj nebyl sledován žádný významný rozdíl v obsahu sušiny a obsahu vody. Madiedo a kol. [32] a Nelson a kol. [33] uvádějí, že dosud nebylo popsáno, že by docházelo k výrazným změnám obsahu sušiny u sýrů upravených s oxidem uhličitým. V Tab. 8 jsou uvedeny obsahy sušiny, tuku v sušině a tuku v sýru pro sýry vyráběné jak z mléka upraveného oxidem uhličitým, tak i bez této úpravy. Z tabulky je možné vidět, že pro další výrobu by opět bylo lepší použít mikrobiální kulturu CHN 11, protože vyšší obsahy sušin způsobují firmě vyšší ztráty. Obsah sušiny v sýru je také vyneseno do grafu na Obr. 14.



**Tab. 8** Obsah sušiny a tuku v sýrech s přídavkem a bez přídavku CO<sub>2</sub>

| Vyráběný sýr         | Přidávaný oxid uhličitý (g.l <sup>-1</sup> ) | Použitá kultura | Obsah sušiny (%) | Tuk v sušině (%) | Tuk v sýru (%) |
|----------------------|--|-----------------|------------------|------------------|----------------|
| <i>Balkánský sýr</i> | 0,55 ± 0,02                                  | C 301           | 42,12 ± 1,90     | 50,78 ± 2,17     | 21,66 ± 0,98   |
|                      | -----  | C301            | 42,46 ± 2,65     | 50,80 ± 3,58     | 22,00 ± 2,50   |
|                      | 0,55 ± 0,02                                  | CHN 11          | 41,02 ± 0,83     | 53,23 ± 0,89     | 22,16 ± 0,24   |
|                      | -----  | CHN 11          | 41,10 ± 1,56     | 51,51 ± 1,64     | 22,00 ± 0,72   |



**Obr. 14** Obsah sušiny v sýru v závislosti na použité kultuře a ošetření mléka

### 3.4. Diskuze vhodného přídavku oxidu uhličitého

Po provedeném pokusu jsme mohli posoudit výsledky, které jsme získali, s výsledky, které uvádí studie zabývající se stejnou problematikou [9, 32, 33, 40]. Studie Ma a kol. [40] udává pokles pH mléka z původní hodnoty 6,9 pH na 6,5 pH při přidání 0,5 g.l<sup>-1</sup> CO<sub>2</sub>. Podle našich výsledků jsme dosáhli pokles pH z 6,44 na 6,09 pH při přidání 0,55 g.l<sup>-1</sup> CO<sub>2</sub>. Což činí pokles o 0,35 pH v porovnání s Ma a kol. [40], která udává pokles o 0,4 pH při nižším přídavku CO<sub>2</sub>. Zjistili jsme, že naše výsledky se podle Ma a kol. [40] liší o 20 %. Při vyšším množství CO<sub>2</sub> dosahoval rozdíl až 33 %.

Také jsme dospěli k závěru, že nemůžeme souhlasit se studií Medieda a kol. [32], studie uvádí, že po přidavku CO<sub>2</sub> dojde k poklesu pH během 24 hodin. Podle našeho pokusu po přidavku CO<sub>2</sub> dojde k poklesu pH o 0,35 jednotek během okamžiku jednorázově. Pak se hodnota pH zastaví a snižovat se opět začne až v okamžiku růstu mléčných bakterií, které začnou rozkládat laktosu na kyselinu mléčnou.

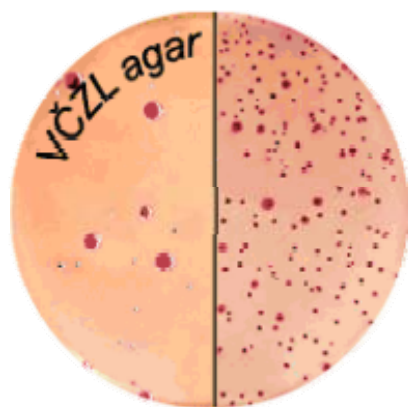
Podle našich výsledků se nám podařilo potvrdit fakt, že při ošetření mléka oxidem uhličitým pro výrobu sýrů dochází k nižší ztrátě tuku v těchto sýrech. Tuk v našem případě přecházel v menší míře do syrovátky. Tato informace souhlasí s teoretickou studií, kterou uvádí Madiedo a kol. [35]. Z tohoto důvodu došlo k nárůstu výtěžnosti. Pro nás se výtěžnost zvýšila po nalezeném optimálním přidavku oxidu uhličitého 0,55 - 0,60 g.l<sup>-1</sup>. Tím pádem se podařila potvrdit teoretická data ze studie Madieda a kol. [35], že dojde ke zvýšení výtěžnosti. Také lze souhlasit se studií Gelaise a kol. [36], kde uvádí, že ve výtěžnosti sýrů by neměly být výrazné rozdíly u mléka ošetřeného CO<sub>2</sub> a bez ošetření. V naší práci rozdíly ve výtěžnosti sýrů ošetřené CO<sub>2</sub> a bez ošetření byly jen minimální.

Studie Nelsona a kol. [33] a Madieda a kol. [32] také uvádí, že je možné snížit množství soli v solných lázních a dostane se stejný poměr zastoupení soli v sýru, u kterého bylo mléko ošetřené oxidem uhličitým. Snížení soli v solných lázních se nám také podařilo docílit, protože při stejném složení solného roztoku jako pro sýr neupravovaný oxidem uhličitým docházelo k přesolení sýru. Tento fakt byl potvrzen výsledky senzorkého hodnocení, kde hodnotitelé často uváděli, že sýr je přesolen, i když u sýru bez oxidu uhličitého při stejném složení solného roztoku toto uváděno nebylo a sýr se zdál hodnotitelům lahodný. Proto jsme také mohli snížit náklady na používání soli při přípravě solných lázní u sýrů, které byly vyrobeny z mléka ošetřeného a okyseleného oxidem uhličitým.

Také podle teoretických studií Madieda [32, 35, 37] došlo po přidavku oxidu uhličitého k odstranění nevhodné mikroflóry, která byla testována na živných půdách (na stanovení koliformních, celkového počtu mikroorganismů, kvasinek a plísní). Na těchto živných půdách bylo zjištěno, že mléko ošetřené oxidem uhličitým je méně napadené touto mikroflórou v porovnání s mlékem, které bylo neošetřené oxidem uhličitým. Toto se také projevilo i při stanovení, které se provádělo u vyrobených sýrů. Vyrobené sýry byly testovány na živných půdách (na stanovení koliformních, kvasinek a plísní). Výsledky jsou uvedeny v Tab. 9. Z Tab. 9 je patrné, že ošetření mléka CO<sub>2</sub> má výrazný vliv na růst koliformních bakterií, ale i kvasinek a plísní. Sýr s oxidem uhličitým má výrazný pokles koliformních bakterií. Také počet kvasinek a plísní se výrazně snížil a tím pádem se zlepšilo mikrobiologické znečištění sýrů. Narostlé koliformní bakterie na agarové živné půdě s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučovými solemi a laktosou jsou vidět na Obr. 15.

**Tab. 9** Výsledky mikrobiologického vyšetření

| Balkánský sýr                                   |                 | Živná půda                  |                  |                |
|---|-----------------|-----------------------------|------------------|----------------|
| Přidaný CO <sub>2</sub><br>(g.l <sup>-1</sup> ) | Použitá kultura | Koliformní bakterie (KTJ/g) | Kvasinky (KTJ/g) | Plísně (KTJ/g) |
| 0,55 ± 0,02                                     | C301            | 10                          | 0                | 0              |
| -----   | C301            | 80                          | 20               | 10             |
| 0,55 ± 0,02                                     | CHN 11          | 10                          | 0                | 0              |
| -----   | CHN11           | 340                         | 40               | 10             |



Obr. 15 Koliformní bakterie narostlé na VČŽL agaru [54].

### 3.5. Výpočet ekonomiky provozu

#### 3.5.1. Výpočet ekonomiky provozu s CO<sub>2</sub>

Pro výpočet ekonomiky provozu s oxidem uhličitým byly brány v potaz pouze přímé náklady. Důvodem bylo, že ostatní náklady na výrobu 1 kg sýru s oxidem uhličitým a bez něho zůstávaly stejné. Jako přímé náklady jsme určili spotřebu oxidu uhličitého, spotřebu mléka, množství použitého syřidlového koagulantu a plat zaměstnanců, kteří při výrobě pracovali. K výpočtu bylo nutné znát cenu jednotlivých položek za přímé náklady.

|   |           |
|---|-----------|
| 1 kg CO <sub>2</sub> .....                          | 29,- Kč   |
| 1 l syřidlového koagulantu (Hannilase L 2000) ..... | 1130,- Kč |
| 1 l mléka (k 06/2009) .....                         | 6,05 Kč   |
| 1 hod. za zaměstnance .....                         | 213,- Kč  |

V Tab. 10 jsou uvedeny přímé náklady, které hlavně ovlivňovaly výslednou cenu vyráběného sýru. Je zde také uvedena výsledná cena po započtení přímých nákladů.

Tab. 10 Přímé náklady na výrobu Balkánského sýru s CO<sub>2</sub>

| Vyráběný sýr                                    | Balkánský sýr       |                     |
|---|---------------------|---------------------|
|   | C 301               | CHN 11              |
| <i>Použitá kultura</i>                          |                     |                     |
| <i>Cena mléka (Kč/kg sýru)</i>                  | 37,99 ± 0,02        | 36,48 ± 0,11        |
| <i>Cena syřidlového koagulantu (Kč/kg sýru)</i> | 0,046 ± 0,003       | 0,0075 ± 0,003      |
| <i>Cena oxidu uhličitého (Kč/kg sýru)</i>       | 0,10 ± 0,01         | 0,10 ± 0,02         |
| <i>Cena za zaměstnance (Kč/kg sýru)</i>         | 3,49 ± 0,06         | 3,32 ± 0,09         |
| <i>Cena sýru (Kč/kg sýru)</i>                   | <b>41,62 ± 0,09</b> | <b>39,90 ± 0,22</b> |

#### 3.5.2. Výpočet ekonomiky provozu bez CO<sub>2</sub>

Pro výpočet ekonomiky provozu bez oxidu uhličitého byly opět brány v potaz pouze přímé náklady. Důvodem bylo, že ostatní náklady na výrobu 1 kg sýru s oxidem uhličitým a bez něho zůstávaly stejné. Jako přímé náklady jsme určili spotřebu mléka, množství použitého syřidlového koagulantu a plat zaměstnanců, kteří při výrobě pracovali.

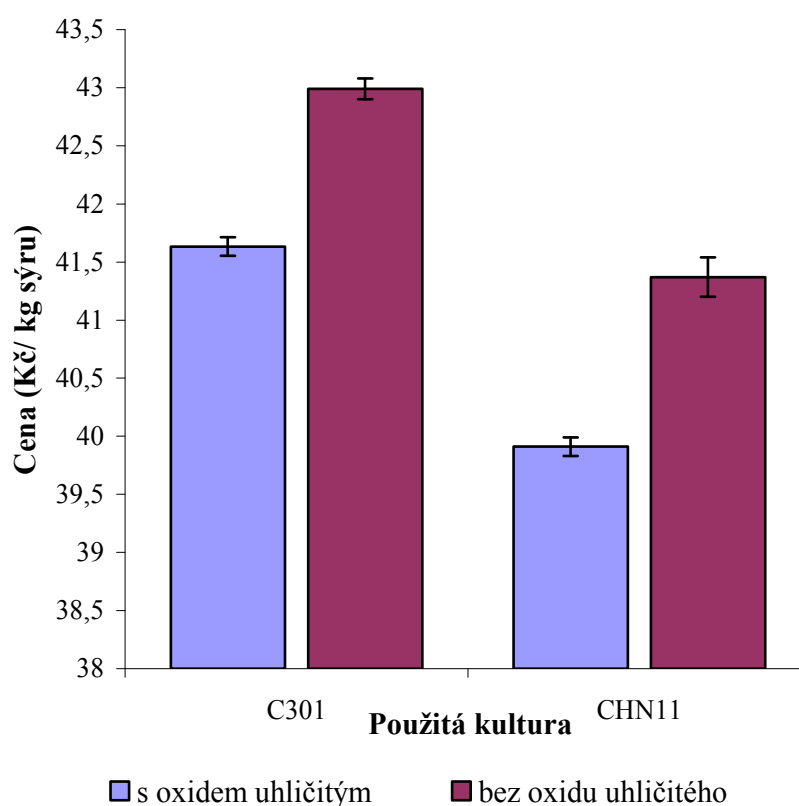
K výpočtu bylo nutné znát cenu jednotlivých položek za přímé náklady.

1 l syřidlového koagulantu (Hannilase L 2000) .....1130,- Kč

1 l mléka (k 06/2009) .....6,05 Kč

1 hod. za zaměstnance .....213,- Kč

Zde nebyly zahrnuty náklady spojené s oxidem uhličitým, ale byla zde vyšší spotřeba použitého syřidlového koagulantu o 40 %. Dále se zde projevila vyšší spotřeba mléka, o čemž svědčí výtěžnosti a také výroba trvala déle o 5 minut, což se za celý den projevilo (zpožděním 45 minut při 9 výrobcích) vyššími náklady za plat zaměstnanců. V **Tab. 11** jsou uvedeny ceny jednotlivých přímých nákladů, které ovlivňují ve výsledku cenu vyráběného sýru. Na výslednou cenu má také velký vliv použitá kultura, tedy jestli se použije kultura C 301 nebo CHN 11. Na **Obr. 16** jsou uvedeny výsledné ceny za Balkánský sýr po započtení všech přímých nákladů, jak sýru vyráběného z mléka ošetřeného CO<sub>2</sub>, tak i mléka neošetřeného.



**Obr. 16** Cena Balkánského sýru vyjádřená přímými náklady

**Tab. 11** Přímé náklady na výrobu Balkánského sýru bez CO<sub>2</sub>

| Vyráběný sýr                             | Balkánský sýr       |                     |
|--|---------------------|---------------------|
|  | C 301               | CHN 11              |
| Použitá kultura                          |                     |                     |
| Cena mléka (Kč/kg sýru)                  | 39,20 ± 0,02        | 38,87 ± 0,34        |
| Cena syřidlového koagulantu (Kč/kg sýru) | 0,068 ± 0,003       | 0,01 ± 0,003        |
| Cena za zaměstnance (Kč/kg sýru)         | 3,71 ± 0,15         | 3,49 ± 0,13         |
| Cena sýru (Kč/kg sýru)                   | <b>42,97 ± 0,17</b> | <b>41,37 ± 0,47</b> |

### 3.6. Senzorické hodnocení Balkánských sýrů

Teoretická studie od Madieda a kol. [35] uvádí, že by neměly být, u sýrů vyráběných s oxidem uhličitým a bez něho významné rozdíly při sensorickém hodnocení.

Hodnocení bylo provedeno v šesti termínech. První hodnocení proběhlo 18.6. 2009 (hodnocení po 1 dnu od výroby), druhé hodnocení 24.6.2009 (hodnocení po 7 dnech po výrobě), třetí hodnocení 2.7.2009 (hodnocení po 14 dnech po výrobě), čtvrté hodnocení 15.7.2009 (hodnocení po 30 dnech po výrobě), páté hodnocení 24.8. 2009 (hodnoceno po 60 dnech od výroby) a šesté hodnocení 18.12.2009 (hodnocení po 180 dnech od výroby).

Statistické zpracování výsledků sensorické analýzy bylo provedeno na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Počet účastníků byl 11 při sensorickém hodnocení. Průměrný věk hodnotitelů byl 39,81 let, většinu tvořily ženy, a to z 81,81 %. Pouze 27,27 % z celkového počtu hodnotitelů tvořili kuřáci. Z celkového počtu hodnotitelů uvedlo jako dobrý zdravotní stav 90,91 % během všech hodnocení. Veškeré údaje o hodnotitelích jsou shrnuty v **Tab. 12**.

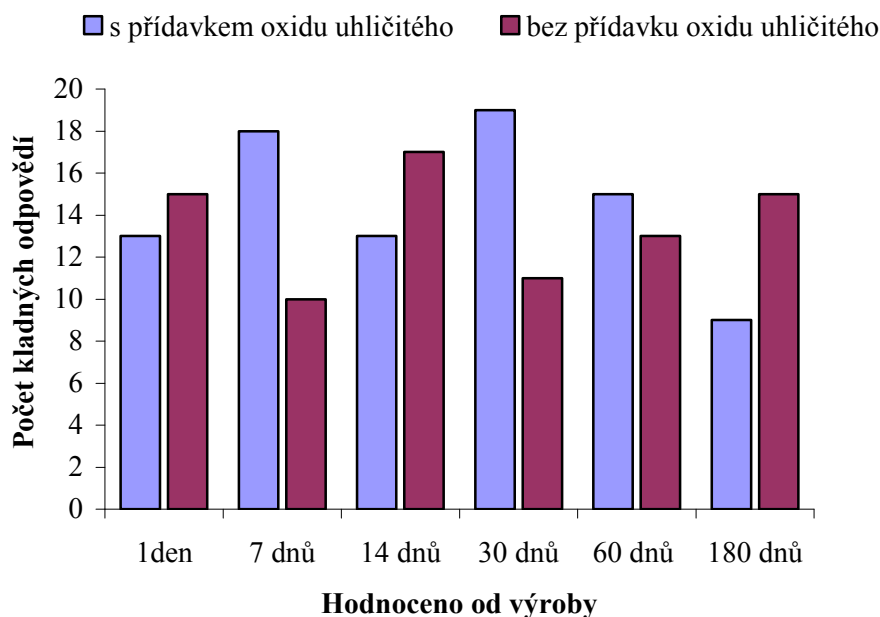
**Tab. 12** Údaje o hodnotitelích

|                |            | Vážený průměr |
|----------------|------------|---------------|
| Pohlaví        | žena       | 81,81 %       |
|                | muž        | 18,19 %       |
| Zdravotní stav | zdravý     | 90,91 %       |
|                | nachlazený | 9,09 %        |
| Kouření        | kuřák      | 27,27 %       |
|                | nekuřák    | 72,73 %       |

#### 3.6.1. Vyhodnocení preference různě vyráběného Balkánského sýru

Výsledky hodnocení Balkánského sýru vyráběného s přídavkem oxidu uhličitého do mléka a bez tohoto opatření jsou zpracovány na **Obr. 17**. Je zde také uvedeno hodnocení po určitých dnech od výroby daného sýru.

Z **Obr. 17** je patrné, že hodnotitelé výrazně nepreferují různě vyráběný Balkánský sýr. Největší rozdíl v hodnocení je patrný po 7 a 30 dnech od výroby, kdy hodnotitelé více preferovali sýr vyráběný s přídavkem oxidu uhličitého do mléka. V ostatních případech k výrazným rozdílům nedošlo. Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  však vzorek vyrobený z mléka upraveného oxidem uhličitým není statisticky průkazně lepší než vzorek vyrobený z mléka, které nebylo upraveno oxidem uhličitým. Tomuto také odpovídaly odpovědi hodnotitelů, kteří pokud vyplnili, že je jeden vzorek lepší než druhý, tak uváděli, že mezi vzorky jsou jen nepatrné rozdíly (má podobné vlastnosti).



Obr. 17 Preference různě vyráběného Balkánského sýru

### 3.6.2. Vyhodnocení stupnicových metod

Hodnotitelům byly předloženy vždy 2 vzorky a byli vyzváni, aby postupně ohodnotili jejich organoleptické vlastnosti (vzhled, vůni, chuť a texturu) pomocí pětibodové stupnice.

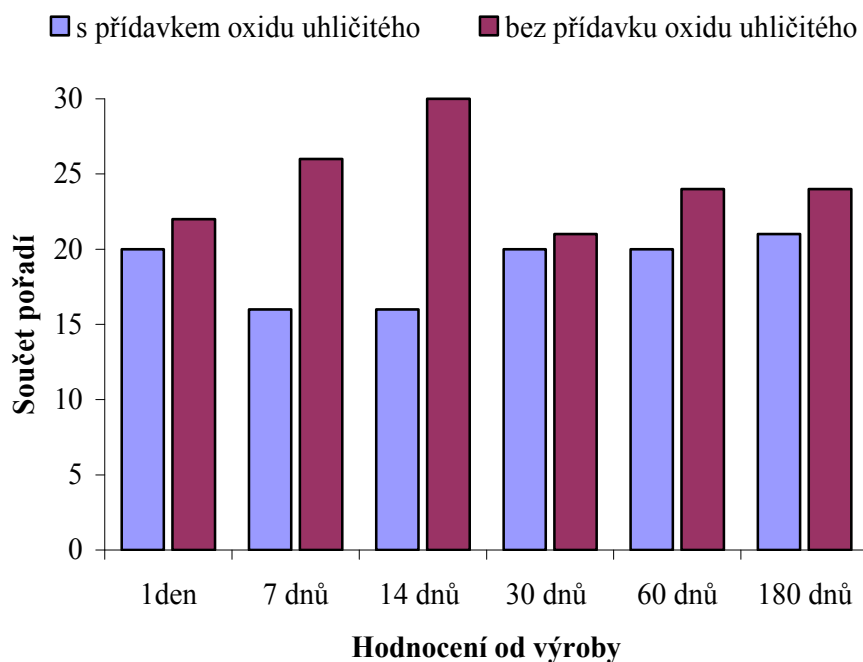
Pomocí Wilcoxonova testu jsem určila, zda je mezi vzorkem s oxidem uhličitým a bez něj statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Tabelovaná hodnota kritéria testu je  $u_{0,95} = 1,96$ . Získané výsledky z programu STAD VYD jsou shrnuty v Tab. 13. Údaj ANO udává, že je mezi vzorky statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ , a NE udává, že mezi vzorky není statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Tab. 13 Statistické vyhodnocení ordinální stupnicové metody Wilcoxonovým testem

| Sledovaný znak |                    | 1 den | 7 dnů | 14 dnů | 30 dnů | 60 dnů | 180 dnů |
|----------------|--------------------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
| Vzhled         | Rozdíl             | NE    | ANO   | ANO    | NE     | NE     | NE      |
|                | Testační kritérium | 1,08  | 3,33  | 4,50   | 0,49   | 1,72   | 0,52    |
| Vůně           | Rozdíl             | NE    | NE    | ANO    | NE     | NE     | NE      |
|                | Testační kritérium | 0,16  | 0,53  | 3,72   | 1,51   | 1,42   | 0,68    |
| Textura        | Rozdíl             | NE    | NE    | NE     | ANO    | NE     | NE      |
|                | Testační kritérium | 0,15  | 0,51  | 1,14   | 2,76   | 0,79   | 0,71    |
| Chuť           | Rozdíl             | NE    | NE    | NE     | ANO    | NE     | NE      |
|                | Testační kritérium | 1,71  | 0,21  | 0,45   | 2,02   | 0,65   | 0,60    |

### 3.6.2.1. Vyhodnocení vzhledu

U vzhledu si měli hodnotitelé všimnout především barvy, struktury a charakteristického vzhledu na řezu sýra (viz formulář v příloze č.1).



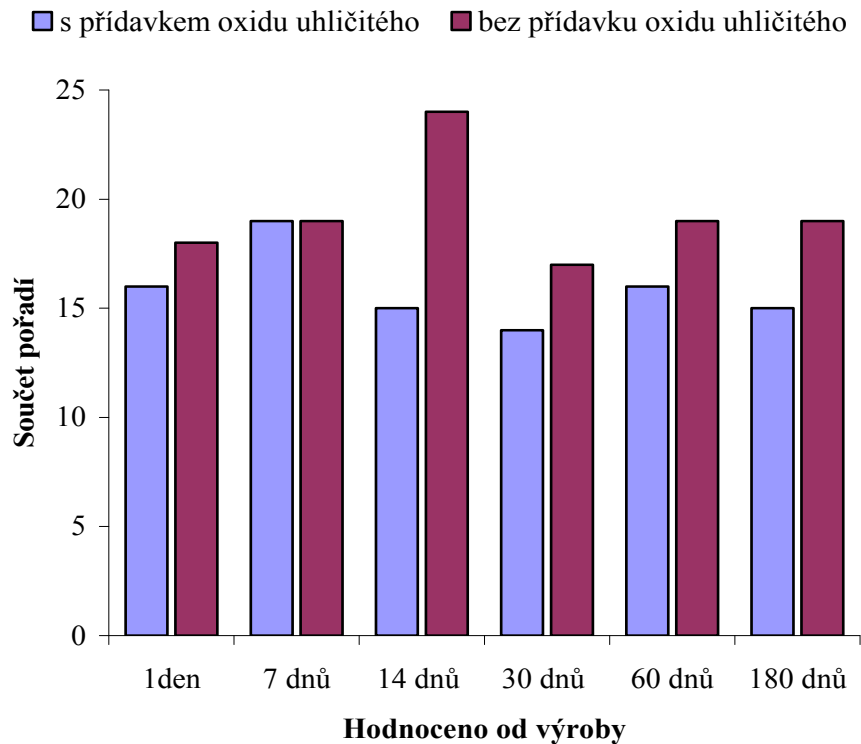
**Obr. 18** Součet pořadí při hodnocení vzhledu

Na **Obr. 18** je patrné, že z pohledu bodování vzhledu je relativně lepší Balkánský sýr, který je vyráběn z mléka ošetřeného oxidem uhličitým. Nejvíce patrný rozdíl je u takto vyrobeného sýru po 14 dnech od výroby, v porovnání s klasicky vyráběným sýrem bez použitého ošetření mléka oxidem uhličitým. Tento rozdíl se ale během zrání sýru ztrácí. Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  existuje mezi výrobky statisticky významný rozdíl ve vzhledu po 7 a 14 dnech po výrobě. Při ostatních hodnoceních vzorků nebyl shledán mezi výrobky statistický rozdíl.

### 3.6.2.2. Vyhodnocení vůně

Při hodnocení vůně byla věnována pozornost především charakteristické mléčně nakyslé vůni (viz formulář v příloze č. 1).

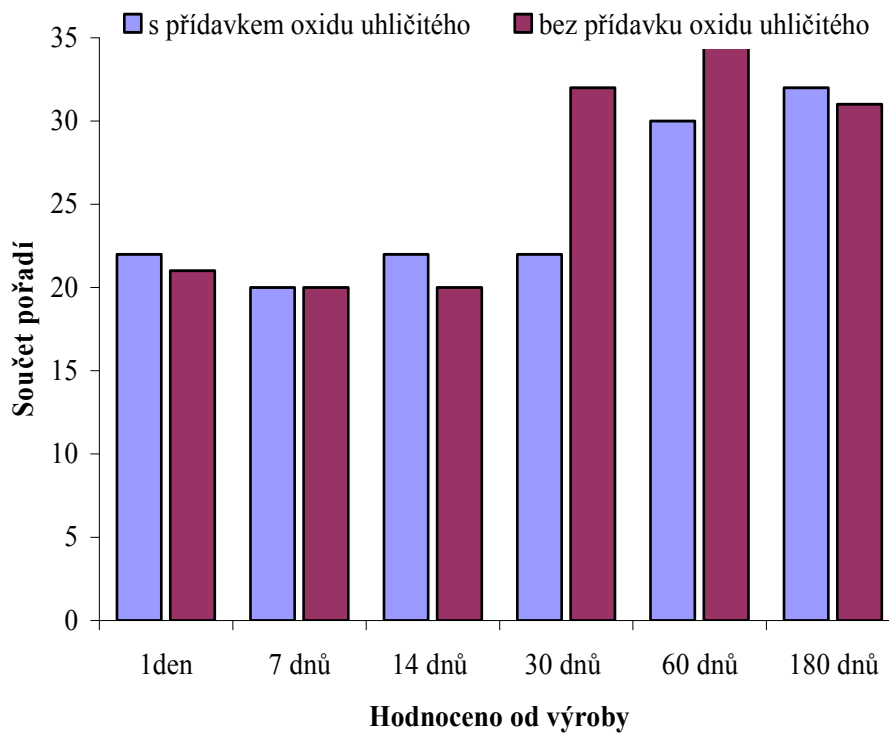
Na **Obr. 19** je vidět, že z pohledu bodování vůně byl nejlépe vyhodnocen vzorek Balkánského sýru vyrobeného ošetřením mléka s oxidem uhličitým a hodnoceného po 14 dnech od výroby. Mezi ostatními vzorky jsou tak nepatrné rozdíly, že nelze určit, která metoda má lepší vliv na výslednou vůni vzorku. Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  bylo určeno, že existuje mezi vzorky statisticky významný rozdíl vůně po hodnocení 14 dnů od výroby. U ostatních hodnocení nebyl stanoven rozdíl.



Obr. 19 Součet pořadí při hodnocení vůně

### 3.6.2.3. Vyhodnocení textury

Textura tohoto typu sýra má být jemná, pružná, celistvá. Příliš měkká nebo naopak příliš tvrdá textura není pro tento sýr žádoucí (viz formulář v příloze č.1).



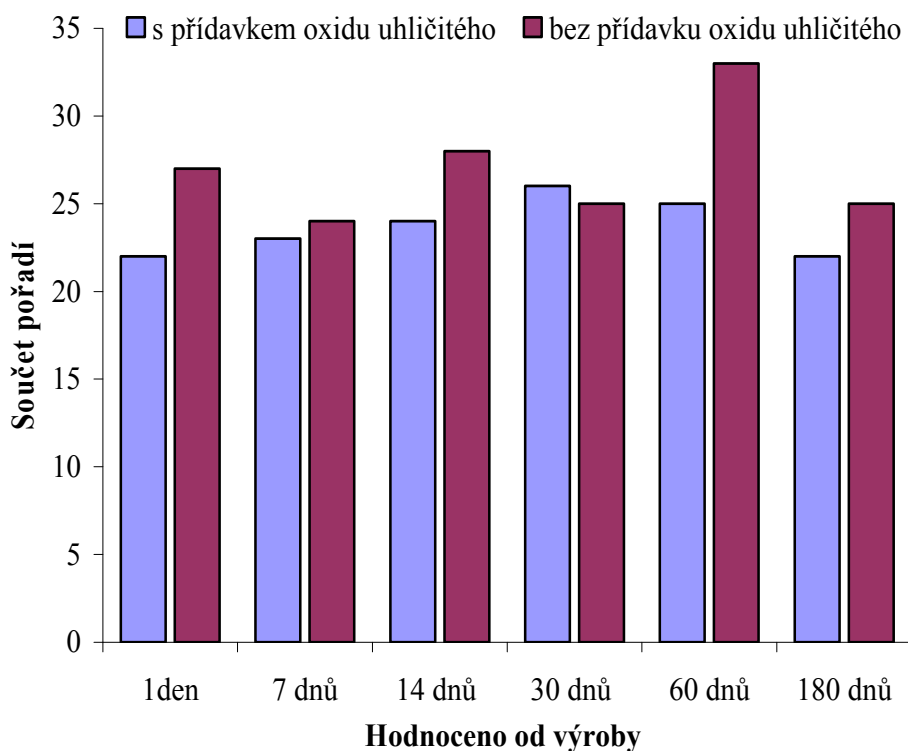
Obr. 20 Součet pořadí při hodnocení textury



Z **Obr. 20** je možné vidět, že nejprve po výrobě se vzorky jeví stejně. Postupným zráním od 30 dne po výrobě se jeví mít lepší texturu sýr vyrobený z mléka upraveného oxidem uhličitým. Tento rozdíl ale po 60 dnech po výrobě výrazně klesá. Opět bylo testováno na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ , existence rozdílu v textuře byla stanovena pouze u hodnocení po 30 dnech od výroby. U všech ostatních stanovení nebyl shledán rozdíl v textuře jednotlivých vzorků.

#### 3.6.2.4. *Vyhodnocení chuti*

Charakteristická chuť tohoto typu sýra je výrazně mléčně kyselá a přiměřeně slaná (viz formulář v příloze č.1). Příliš intenzivní nebo naopak nevýrazná chuť jsou hodnoceny negativně.



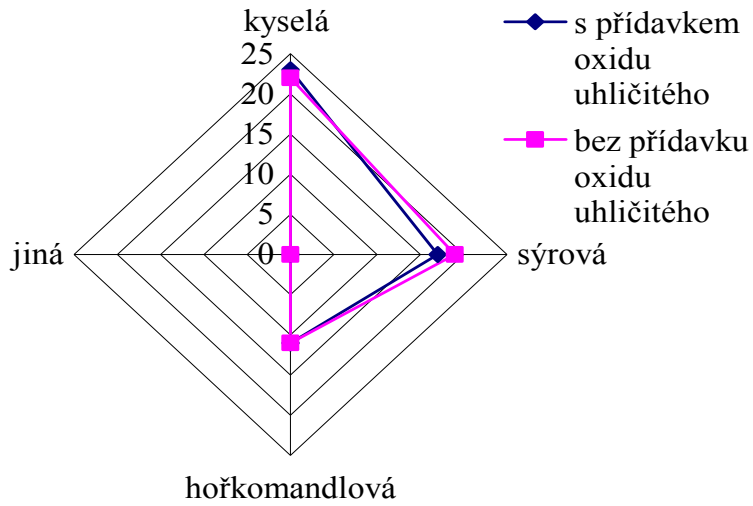
**Obr. 21** *Součet pořadí při hodnocení chuti*

Na **Obr. 21** je možné vidět, že sýry z počátku hodnocení mají podobné bodové hodnocení, ale během zrání se začíná lépe jevit vzorek sýru, který byl vyráběný z mléka ošetřeného oxidem uhličitým, výrazný rozdíl je vidět až po 60 dne od výroby daného sýru. Na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  bylo určeno, že existuje mezi vzorky statisticky významný rozdíl chuti po hodnocení 60 dnů od výroby. U ostatních hodnocení nebyl stanoven rozdíl.

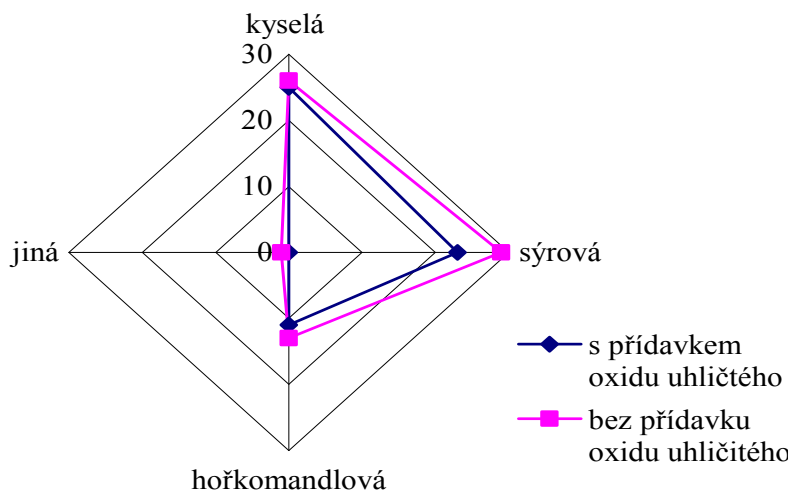
#### 3.6.2.5. *Vyhodnocení deskriptorů vůně*

Pro lepší charakterizaci vůně sýrů byly hodnoceny ještě vybrané deskriptory vůně pomocí profilového testu (viz formulář v příloze č.1).

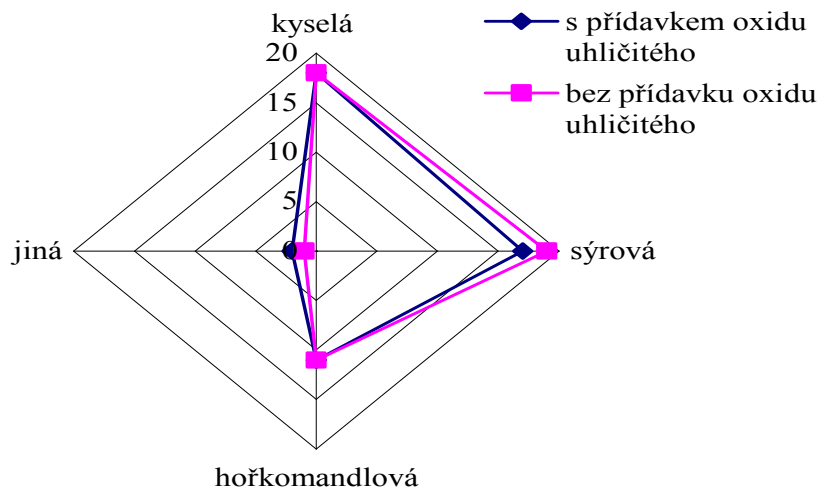
Veškeré získané výsledky z dotazníků pro deskriptory vůně jsem vynesla do tabulky jako součet pořadí, viz **Tab.14**, pro přehlednost jsem uvedla vyhodnocení deskriptorů pro jednotlivá hodnocení graficky, **Obr. 22 – Obr. 27**.



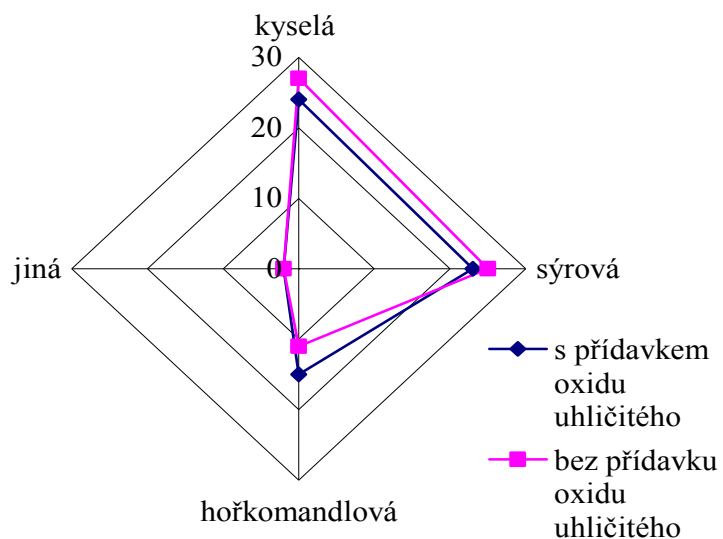
**Obr. 22** Vyhodnocení deskriptorů vůně po 1 dnu od výroby



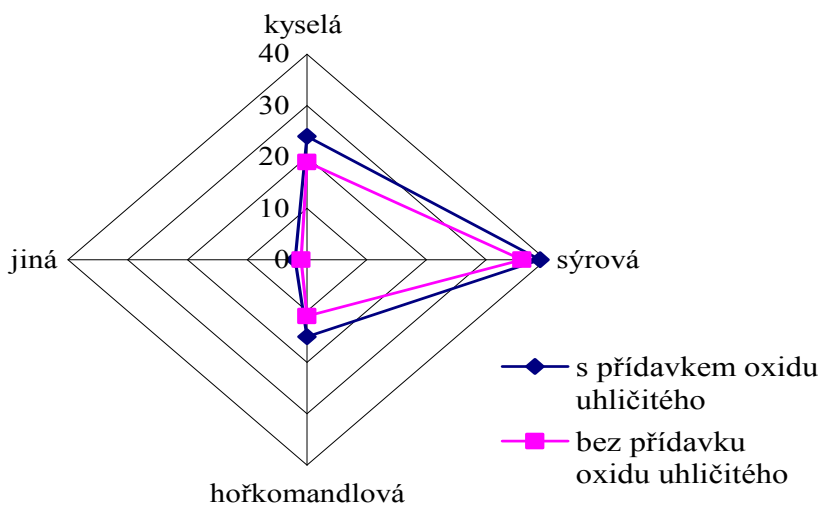
**Obr. 23** Vyhodnocení deskriptorů vůně po 7 dnech od výroby



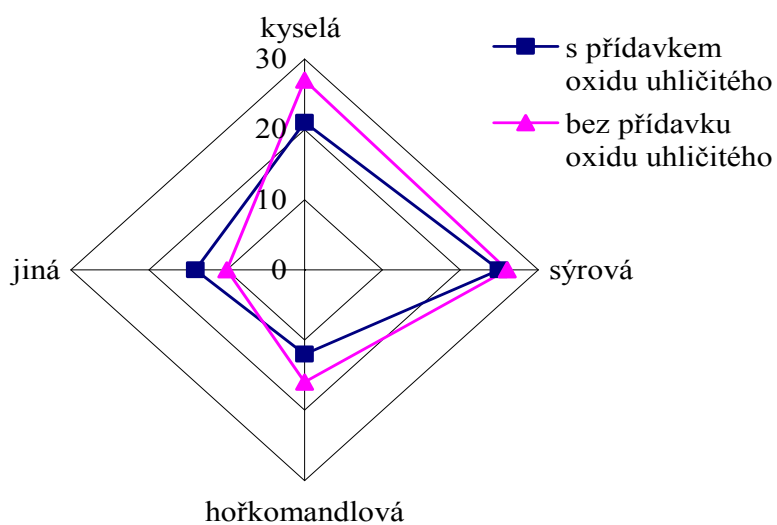
**Obr. 24** Vyhodnocení deskriptorů vůně po 14 dnech od výroby



**Obr. 25** Vyhodnocení deskriptorů vůně po 30 dnech od výroby



**Obr. 26** Vyhodnocení deskriptorů vůně po 60 dnech od výroby



**Obr. 27** Vyhodnocení deskriptorů vůně po 180 dnech od výroby

**Tab.14** Součet odpovědí jednotlivých deskriptorů vůně

| Hodnocení po výrobě | Úprava mléka vyráběného sýru | Vůně          |        |                  |      |
|---------------------|------------------------------|---------------|--------|------------------|------|
|                     |                              | Kyselá        | Sýrová | Hořko - mandlová | Jiná |
|                     |                              | Součet pořadí |        |                  |      |
| 1 den               | s oxidem uhličitým           | 23            | 17     | 11               | 0    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 22            | 19     | 11               | 0    |
| 7 dnů               | s oxidem uhličitým           | 25            | 23     | 11               | 0    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 26            | 29     | 13               | 1    |
| 14 dnů              | s oxidem uhličitým           | 18            | 17     | 11               | 2    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 18            | 19     | 11               | 1    |
| 30 dnů              | s oxidem uhličitým           | 24            | 23     | 15               | 2    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 27            | 25     | 11               | 2    |
| 60 dnů              | s oxidem uhličitým           | 24            | 39     | 15               | 2    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 19            | 36     | 11               | 1    |
| 180 dnů             | s oxidem uhličitým           | 21            | 25     | 12               | 14   |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 27            | 26     | 16               | 10   |

Pomocí Wilcoxonova testu jsem určila, zda je mezi deskriptory vůně s oxidem uhličitým a bez něj statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Tabelaovaná hodnota kritéria testu je  $u_{0,95} = 1,96$ . Získané výsledky z programu STAD VYD jsou shrnuty v **Tab. 15**. Údaj ANO udává, že je mezi vzorky statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ , a NE udává, že mezi vzorky není statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

**Tab. 15** Statistické vyhodnocení deskriptorů vůně Wilcoxonovým testem

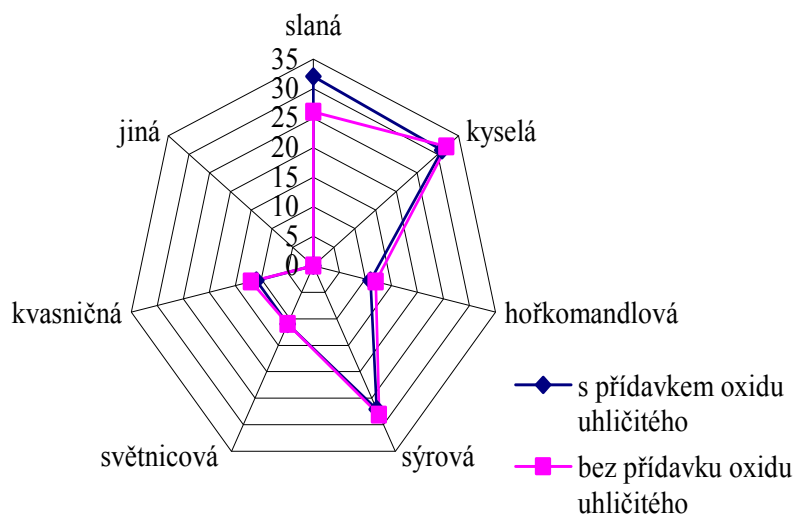
| Deskriptory vůně |                    | 1 den | 7 dnů | 14 dnů | 30 dnů | 60 dnů | 180 dnů |
|------------------|--------------------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
| Kyselá           | Rozdíl             | NE    | NE    | NE     | NE     | NE     | NE      |
|                  | Testační kritérium | 0,80  | 0,77  | 0,28   | 1,94   | 0,92   | 0,99    |
| Sýrová           | Rozdíl             | NE    | ANO   | NE     | NE     | ANO    | NE      |
|                  | Testační kritérium | 0,57  | 1,99  | 0,69   | 0,82   | 1,97   | 0,15    |
| Hořkomandlová    | Rozdíl             | NE    | NE    | NE     | NE     | NE     | NE      |
|                  | Testační kritérium | 0,15  | 0,42  | 0,15   | 0,90   | 0,90   | 0,93    |

Výsledky profilového testu podporují předchozí zjištění, že vůně obou typů sýrů se liší jen nepatrně, přídavek  $\text{CO}_2$  tedy pravděpodobně nemá vliv na konečnou vůni sýra. Pouze u deskriptoru sýrové vůně byl nalezen statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  pro hodnocení 60 dnů od výroby pro vzorek bez oxidu uhličitého a pro hodnocení po 7 dnech od výroby pro vzorek s přídavkem oxidu uhličitého. Hodnotitelé nejčastěji uváděli do kolonky jiná vůně, že vzorek voní po solném nálevu. Tuto vůni způsobuje uložení vzorku v solném nálevu.

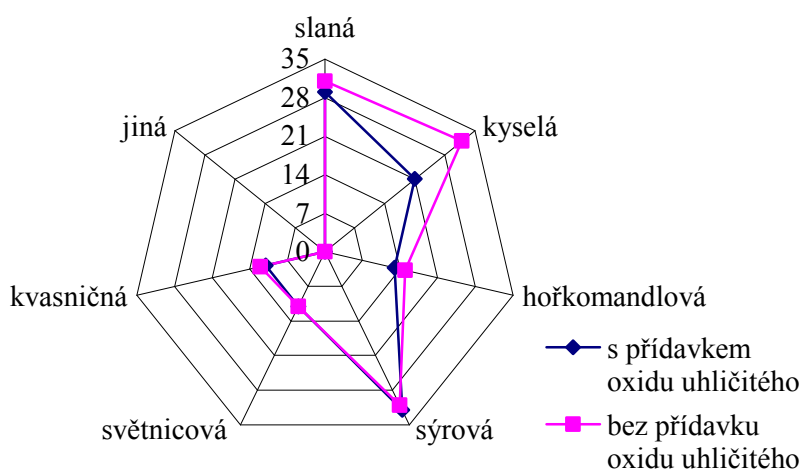
### 3.6.2.6. Vyhodnocení deskriptorů chuti

Stejně tak u chuti sýrů byly hodnoceny ještě vybrané deskriptory pomocí profilového testu (viz formulář v příloze č.1).

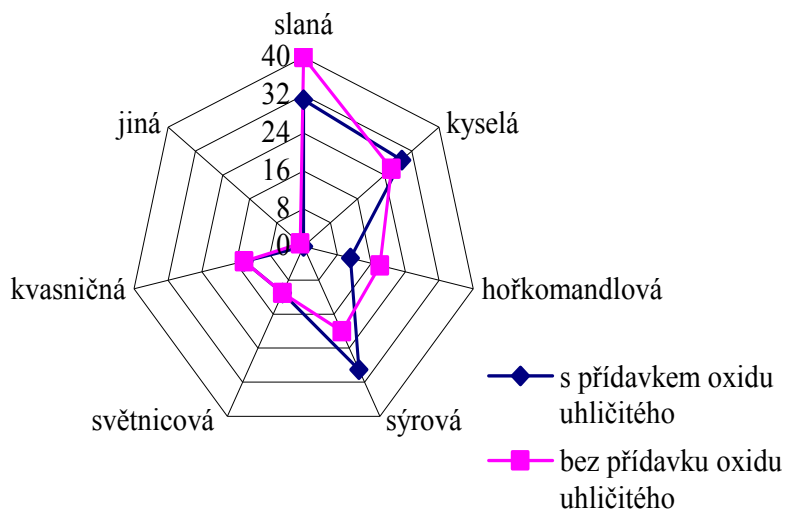
Veškeré získané výsledky z dotazníků pro deskriptory chuti jsem vynesla do tabulky jako součet pořadí, viz Tab. 16, pro přehlednost jsem uvedla vyhodnocení deskriptorů chuti graficky, Obr. 28 – Obr. 33.



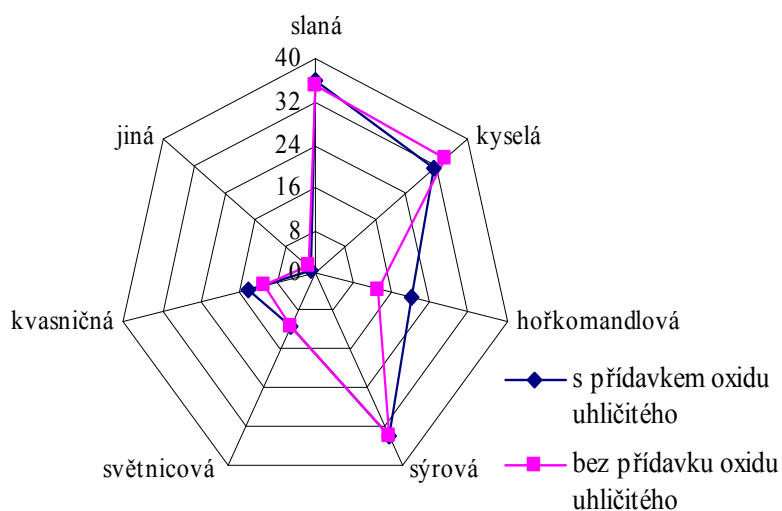
**Obr. 28** Vyhodnocení deskriptorů chuti po 1 dnu od výroby Balkánských sýrů



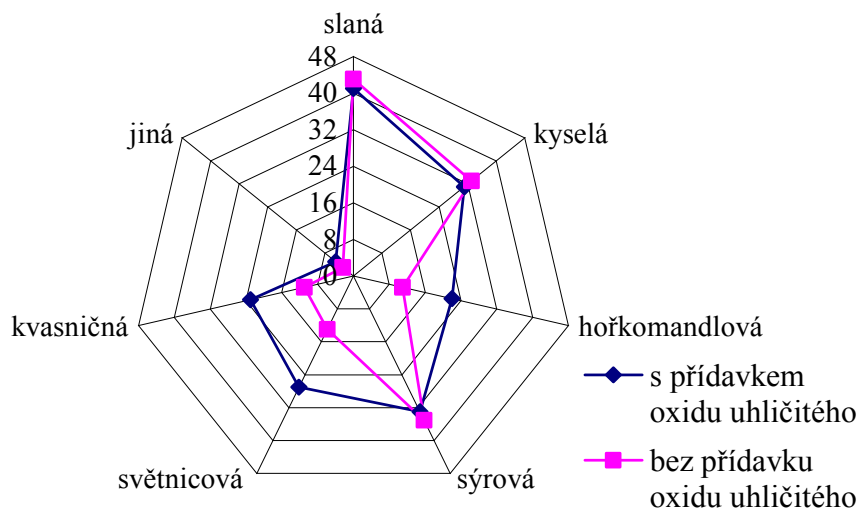
**Obr. 29** Vyhodnocení deskriptorů chuti po 7 dnech od výroby



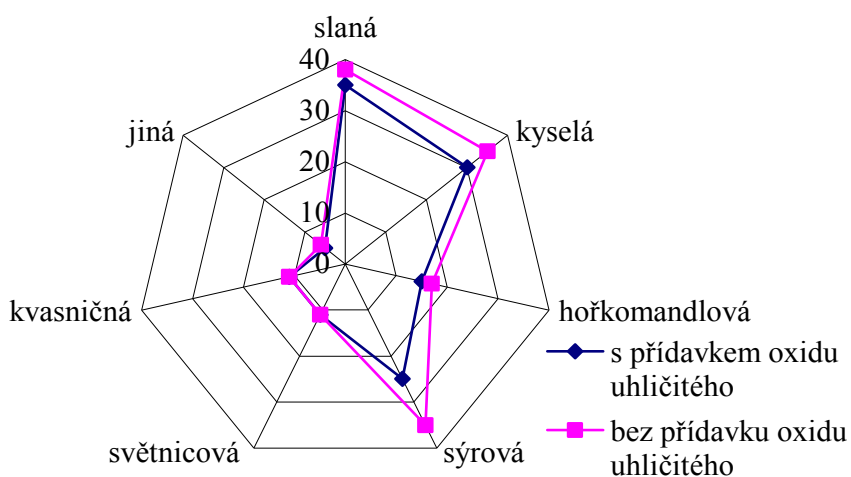
**Obr. 30** Vyhodnocení deskriptorů chuti po 14 dnech od výroby



**Obr. 31** Vyhodnocení deskriptorů chuti po 30 dnech od výroby



**Obr. 32** Vyhodnocení deskriptorů chuti po 60 dnech od výroby



**Obr. 33** Vyhodnocení deskriptorů chuti po 180 dnech od výroby

**Tab. 16** Součet odpovědí jednotlivých deskriptorů chuti

| Hodnocení po výrobě | Úprava mléka vyráběného sýru | Chuť                         |                 |                  |        |            |           |      |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|-----------------|------------------|--------|------------|-----------|------|
|                     |                              | Slaná                        | Mléčně - kyselá | Hořko - mandlová | Sýrová | Světnicová | Kvasničná | Jiná |
|                     |                              | Součet jednotlivých odpovědí |                 |                  |        |            |           |      |
| 1 den               | s oxidem uhličitým           | 32                           | 31              | 11               | 27     | 11         | 11        | 0    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 26                           | 32              | 12               | 28     | 11         | 12        | 0    |
| 7 dnů               | s oxidem uhličitým           | 29                           | 21              | 13               | 32     | 11         | 11        | 0    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 31                           | 32              | 15               | 31     | 11         | 12        | 0    |
| 14 dnů              | s oxidem uhličitým           | 31                           | 29              | 11               | 29     | 11         | 14        | 0    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 40                           | 26              | 18               | 20     | 11         | 14        | 1    |
| 30 dnů              | s oxidem uhličitým           | 36                           | 31              | 20               | 34     | 11         | 14        | 1    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 35                           | 34              | 13               | 34     | 11         | 11        | 2    |
| 60 dnů              | s oxidem uhličitým           | 41                           | 31              | 22               | 33     | 27         | 23        | 5    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 43                           | 33              | 11               | 35     | 13         | 11        | 3    |
| 180 dnů             | s oxidem uhličitým           | 35                           | 30              | 15               | 25     | 11         | 11        | 5    |
|                     | bez oxidu uhličitého         | 38                           | 35              | 17               | 35     | 11         | 11        | 6    |

Wilcoxonovým testem jsem opět určila, zda je mezi deskriptory chuti s oxidem uhličitým a bez něj statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ . Tabelovaná hodnota kritéria testu je opět u  $0,95 = 1,96$ . Získané výsledky z programu STAD VYD jsou shrnuty v **Tab. 17**. Údaj ANO udává, že je mezi vzorky statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ , a NE udává, že mezi vzorky není statisticky významný rozdíl na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

**Tab. 17** Statistické vyhodnocení deskriptorů chuti Wilcoxonovým testem

| Deskriptory chuti |                    | 1 den | 7 dnů | 14 dnů | 30 dnů | 60 dnů | 180 dnů |
|-------------------|--------------------|-------|-------|--------|--------|--------|---------|
| Slaná             | Rozdíl             | NE    | NE    | ANO    | NE     | NE     | NE      |
|                   | Testační kritérium | 0,51  | 0,92  | 2,87   | 0,90   | 1,08   | 1,25    |
| Mléčně kyselá     | Rozdíl             | ANO   | NE    | NE     | NE     | NE     | ANO     |
|                   | Testační kritérium | 2,41  | 1,84  | 1,50   | 1,06   | 0,63   | 3,72    |
| Hořkomandlová     | Rozdíl             | NE    | NE    | ANO    | ANO    | ANO    | NE      |
|                   | Testační kritérium | 0,33  | 0,38  | 3,97   | 2,95   | 4,24   | 0,76    |
| Sýrová            | Rozdíl             | NE    | ANO   | ANO    | NE     | NE     | ANO     |
|                   | Testační kritérium | 0,17  | 2,14  | 4,33   | 0,35   | 1,02   | 3,35    |
| Světnicová        | Rozdíl             | NE    | NE    | NE     | NE     | ANO    | NE      |
|                   | Testační kritérium | 0,12  | 0,12  | 0,12   | 0,12   | 3,70   | 0,12    |
| Kvasničná         | Rozdíl             | NE    | NE    | NE     | ANO    | ANO    | NE      |
|                   | Testační kritérium | 0,55  | 0,55  | 0,23   | 2,40   | 3,72   | 0,15    |

Výsledky profilového testu podporují zjištění, že chuť obou typů sýrů se liší jen nepatrně, přídavek CO<sub>2</sub> tedy pravděpodobně nemá vliv na konečnou chuť sýra. I když u deskriptorů chuti byly stanoveny větší rozdíly než u deskriptorů vůně. Statisticky významný rozdíl byl určen pro deskriptor slané a hořkomandlové chuti na hladině významnosti  $\alpha = 0,05$  u hodnocení 14 dnů od výroby pro vzorek s oxidem uhličitým. Dále byl určen statisticky významný rozdíl pro deskriptor mléčně kyselá chuť po 1 dnu a 180 dnech od výroby pro vzorek vyrobený s oxidem uhličitým. Pro tento vzorek byl stanoven statisticky významný rozdíl pro deskriptor sýrové chuti po 180 dnech od výroby. Pro vzorek bez oxidu uhličitého byl stanoven statisticky významný rozdíl pro deskriptor hořkomandlové chuti po 30 a 60 dnech od výroby, dále byl pro tento vzorek stanoven rozdíl v sýrové chuti pro hodnocení 7 a 14 dnů od výroby, rozdíl byl také určen pro deskriptor světnicové chuti po 60 dnech od výroby a pro deskriptor kvasničné chuti pro hodnocení 30 a 60 dnů od výroby.

Toto potvrzuje zjištění, že rozdíly v deskriptorech jsou, ale jen nepatrné a jednou je určen jako lepší vzorek s oxidem uhličitým a podruhé bez přídavku oxidu uhličitého.

Mezi jiným deskriptorem chuti byla nejčastěji uvedena hořká a hořkokyselá chuť. Tato chuť mohla být způsobena přítomností cizí znečišťující mikroflóry, která štěpí bílkoviny na krátké peptidy, krátké bílkovinné isoaminokyseliny a mnoho dalších bílkovinných štěpů.



### 3.6.2.7. *Vyhodnocení celkového dojmu vzorku*

Hodnotitelé měli také za úkol popsat „celkový sensorický dojem“ sýrů (viz formulář v příloze č.1).

**Tab. 18** *Celkový dojem vzorku při jednotlivých hodnoceních*

| Hodnocení po výrobě | Úprava mléka vyráběného sýru | Celkový dojem vzorku   |
|---------------------|------------------------------|--|
| 1 den               | s oxidem uhličitým           | Typická sýrová chuť, tvrdší konzistence, velmi chutný a přiměřeně slaný                      |
|                     | bez oxidu uhličitého         | Drobivý sýr, jemná chuť, trochu kyselejší, jedná se o standardní sýr                         |
| 7 dnů               | s oxidem uhličitým           | Velmi slaná chuť, přeráží ostatní chutě, tvrdší sýr  |
|                     | bez oxidu uhličitého         | Nahořklý, kyselejší a více slaný sýr   |
| 14 dnů              | s oxidem uhličitým           | Výrazně slaný sýr, tvrdší konzistence, slaná chuť překrývá ostatní, uvolňuje více syrovátky  |
|                     | bez oxidu uhličitého         | Méně výrazná sýrová chuť, více uvolněné syrovátky, kyselejší a slanější sýr                  |
| 30 dnů              | s oxidem uhličitým           | Chutný sýr, více slaný, bez pachutí, velice čistá sýrová chuť, slanější sýr                  |
|                     | bez oxidu uhličitého         | Příliš tuhý, přesolený, mírně nakyslý sýr  |
| 60 dnů              | s oxidem uhličitým           | Velmi slaný sýr, neumožňuje určit další chuť, vystupuje hořká chuť                           |
|                     | bez oxidu uhličitého         | Tvrdší konzistence, slaná chuť potlačuje ostatní chutě, začíná se vyskytovat mazovatění sýru |
| 180 dnů             | s oxidem uhličitým           | Sýr tvrdší, slanější, drobivější, nahořklá chuť  |
|                     | bez oxidu uhličitého         | Tvrdý sýr, bez příchutí a pachutí, slaný, drobivý  |

Z **Tab. 18** jsou patrné rozdíly mezi vzorky, především v jeho slané chuti. Sýr vyráběný s oxidem uhličitým i bez něho je nejprve po výrobě značně přesolený na povrchu, důvodem je vysoká koncentrace solného roztoku, během zrání dochází k rozložení slané chuti i do středu sýru a vyčerpání slanosti solného roztoku. Tím pádem sýr starý 180 dní není tak přesolený jako např. sýr po 7 dnech od výroby, kdy ještě není rovnoměrně rozprostřena slaná chuť po celém sýru. Ale i přesto je uváděno, že sýr je slanější i po 180 dnech, proto je nutné upravit solný roztok a snížit koncentraci solného roztoku pro další práci. Z tohoto hodnocení vyplývá, že je nutné snížit koncentraci solného roztoku jak pro sýr vyráběný s oxidem uhličitým, tak i bez něho.

### 3.6.3. Vyhodnocení metody duo-trio

Této metody se pokaždé účastnilo 11 hodnotitelů, kterým bylo předloženo po 4 sadách vzorků. Proto aby byl určen průkazný statistický rozdíl, muselo být získáno 31 správných odpovědí. Tohoto bylo dosaženo při všech hodnoceních. Získané výsledky jsou uvedeny v **Tab. 19**. Čili podle těchto výsledků je mezi vzorky rozdíl statisticky průkazný na hladině pravděpodobnosti 99 %.

Z těchto výsledků lze usoudit, že tato metoda je v porovnání se stupnicovou metodou přesnější a citlivější. I nepatrné rozdíly jsou hodnotitelé schopni rozpoznat, zatímco při hodnocení stupnicovou metodou a preferenčním testem nebyli schopni vybrat vzorek, který by byl ze sensorického hlediska lepší, chutnější.

**Tab. 19** Získané odpovědi u metody duo-trio pro jednotlivá hodnocení

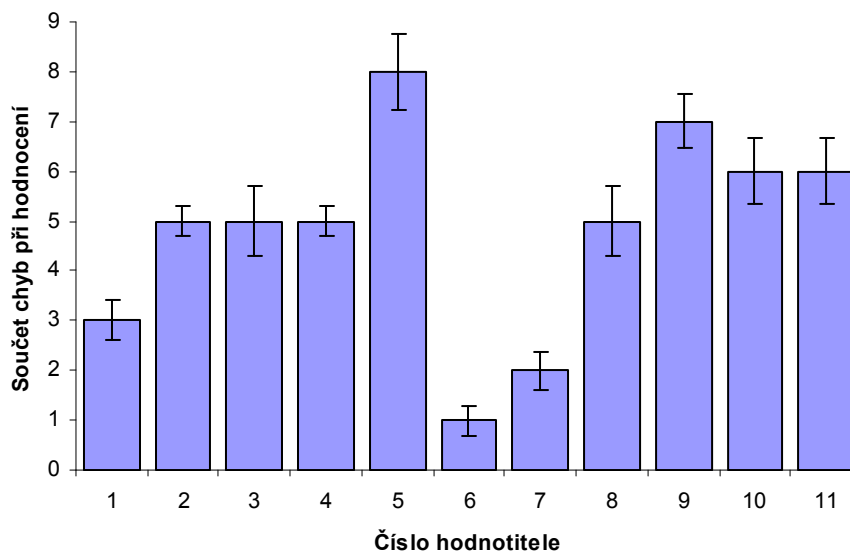
| <i>Den hodnocení od výroby</i>        | <i>1 den</i> | <i>7 dnů</i> | <i>14 dnů</i> | <i>30 dnů</i> | <i>60 dnů</i> | <i>180 dnů</i> |
|---------------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| <i>Počet hodnotitelů</i>              | 11           | 11           | 11            | 11            | 11            | 11             |
| <i>Počet stanovení</i>                | 4            | 4            | 4             | 4             | 4             | 4              |
| <i>Počet správných odpovědí</i>       | 40           | 31           | 36            | 35            | 36            | 33             |
| <i>Počet špatných odpovědí</i>        | 4            | 13           | 8             | 9             | 8             | 11             |
| <i>Nutný počet správných odpovědí</i> | 31           | 31           | 31            | 31            | 31            | 31             |

#### 3.6.3.1. Testování kvality (úspěšnosti) hodnotitelů

Úspěšnost byla porovnávána mezi hodnotiteli pro jednotlivá hodnocení od výroby daného sýru. Získané výsledky jsou uvedeny v **Tab. 20**. Počet chyb jednotlivých hodnotitelů je vyneseno do grafu **Obr. 34**.

**Tab. 20** Úspěšnost metody duo-trio u jednotlivých hodnotitelů

| <b>Hodnotitel</b> | <b>Hodnocení po výrobě</b> |              |               |               |               |                | <b>Celkem chyb</b> | <b>Průměr počtu chyb</b> |
|-------------------|----------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|----------------|--------------------|--------------------------|
|                   | <b>1 den</b>               | <b>7 dnů</b> | <b>14 dnů</b> | <b>30 dnů</b> | <b>60 dnů</b> | <b>180 dnů</b> |                    |                          |
|                   | <b>Počet chyb</b>          |              |               |               |               |                |                    |                          |
| <i>1</i>          | 0                          | 1            | 0             | 0             | 1             | 1              | 3                  | 0,50                     |
| <i>2</i>          | 1                          | 1            | 1             | 1             | 0             | 1              | 5                  | 0,83                     |
| <i>3</i>          | 0                          | 2            | 1             | 0             | 2             | 0              | 5                  | 0,83                     |
| <i>4</i>          | 0                          | 1            | 1             | 1             | 1             | 1              | 5                  | 0,83                     |
| <i>5</i>          | 1                          | 1            | 0             | 2             | 1             | 3              | 8                  | 1,33                     |
| <i>6</i>          | 0                          | 0            | 0             | 0             | 0             | 1              | 1                  | 0,16                     |
| <i>7</i>          | 0                          | 0            | 0             | 1             | 0             | 1              | 2                  | 0,33                     |
| <i>8</i>          | 0                          | 2            | 0             | 2             | 1             | 0              | 5                  | 0,83                     |
| <i>9</i>          | 1                          | 2            | 1             | 2             | 0             | 1              | 7                  | 1,16                     |
| <i>10</i>         | 1                          | 2            | 2             | 0             | 1             | 0              | 6                  | 1                        |
| <i>11</i>         | 0                          | 1            | 2             | 0             | 1             | 2              | 6                  | 1                        |



**Obr. 34** Součet chybovosti jednotlivých hodnotitelů

Z **Tab. 20** jsou patrné rozdíly mezi hodnotiteli. Nejlépe odpovídal hodnotitel č.6, který nerozpoznal pouze jeden vzorek ze všech předložených. Hodnotitel č. 6 v mlékárně Polná je výrobní pracovník, má tedy s hodnocením vzorků každodenní zkušenosti. I podle hodnocení lze usoudit, kdo má s hodnocením dlouhodobější zkušenosti a kdo byl vybrán jen pro toto hodnocení. Podle našich požadavků však měli hodnotitelé reprezentovat široké spektrum různých typů spotřebitelů, výsledky jsou tedy pro nás cenné jako názory eventuálních zákazníků.

### 3.7. Porovnání výhod a nevýhod pro zákazníka s přínosem pro výrobce

Velkým přínosem výroby sýrů z mléka, které je ošetřeno oxidem uhličitým, je snížení nákladů na výrobu. I když na 1 kg sýru není rozdíl markantní, při výrobě 3000 kg/ den je snížení nákladů velice výrazné pro výrobce a je možné odrazit toto snížení nákladů do výsledné ceny prodávaného sýru, což by mělo být pozitivní pro zákazníka. Tato výhoda byla také uváděna ve studii od Frewera a kol. [45], který uvádí, že na zákazníka nejvíce ze všeho působí při výběru výrobku hmatatelné výhody, mezi které by se snížení nákladů mělo promítnout.

Podle našich výsledků sensorického hodnocení mezi sýry vyráběnými s oxidem uhličitým a bez něj nejsou zřetelné rozdíly, které by mohly mít vliv na zákazníka. Podle hodnocení jsou mezi sýry jen nepatrné rozdíly, často velmi málo postřehnutelné. Díky tomuto zjištění je možné říct, že zákazník by si kupoval stále stejný produkt, bez postřehnutelných sensorických rozdílů. Tím pádem by výroba sýru s oxidem uhličitým neměla mít negativní vliv na spotřebitele ze sensorického hlediska. Také podle preferenčního párového testu hodnotitelé neuvědli, že by jim některý ze sýru chutnal více, což je také dobré zjištění pro výrobce.

Další důležitou hodnotou pro výrobce je obsah sušiny sýru. Čím vyšší obsah sušiny v sýru při výrobě, tím větší ztráty to znamená pro výrobce, proto při deklarovaném obsahu sušiny 42 % je nejvhodnější mít tuto hodnotu stabilní. Čím nižší sušina, tím je sýr měkčí a mazlavější, což má pro zákazníka nepříznivý dopad. Proto je snahou výrobce, aby byl obsah sušiny konstantní kolem dané hodnoty (42 %). Důležitou roli v obsahu sušiny hraje i použitá kultura. S kulturou CHN 11 došlo ke snížení odchylky od průměru, což má za následek větší stabilitu pro daný průměr obsahu sušiny.

Další výhoda pro výrobce je snížení počátečního mikrobiálního zatížení mléka, které je používané pro výrobu sýru. Studie Frawera a kol. [45] se mikrobiálnímu zatížení mléka věnovala a zjistili, že pokud je výrobek kvalitnější, u zákazníka to má velice příznivý dopad. Proto zjištění, že výrobek bude obsahovat méně mikrobiálního znečištění, je pro výrobce důležité z důvodu prodeje vyráběného výrobku.

Největší nevýhodou pro výrobce je malá výrobní doba, protože nelze zkrátit výrobní čas o danou dobu, ale pouze o 5 – 10 minut na 1 výrobě. Druhou nevýhodou pro výrobce při této výrobě byla neochota zaměstnanců přijímat jakoukoli změnu. I když časem si na změny zvykli.

Největší přínos pro výrobce je však zkrácení výrobních časů Balkánského sýru, což znamená možnost ušetření nákladů na pracovní sílu nebo při daném čase vyrobení většího množství, i když nelze zkrátit výrobní čas až na minimum. Tato výhoda je nejdůležitější pro výrobce, ale ve výsledku by se projevila i u zákazníka, např. opět snížením ceny výrobku.

Podle tohoto posouzení by výroba sýru s oxidem uhličitým měla mít velmi dobrý přínos pro výrobce, hlavně snížením nákladů, zkrácením výrobní doby a snížením především mikrobiálního zatížení, které je přítomné v mléce.

Pro zákazníka má výroba hlavní výhodu ve snížené ceně za sýr a také kvalitnější sýr. Nejdůležitějším parametrem při výrobě a prodeji sýru pro zákazníka ale stále musí zůstat zdravotní nezávadnost. Ostatní zjištěné výhody by měly pouze doplňovat danou výrobu sýru.

#### 4. ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývá problematikou přidávání oxidu uhličitého do mléka při výrobě sýrů. Cílem bylo stanovit optimální množství oxidu uhličitého a vypočítat ekonomiku provozu pro danou výrobu. Vyrobené sýry měly být zhodnoceny pomocí vybraných senzorických a analytických metod.

V teoretické části diplomové práce jsem měla zpracovat literární rešerši zaměřenou na technologický proces výroby a změny chemického složení mléka po přidání oxidu uhličitého. Technologický proces výroby je stejný s oxidem uhličitým i bez oxidu uhličitého. Liší se pouze v přípravné fázi mléka před sýřením, kde se při výrobě s oxidem uhličitým musí dodat požadované množství oxidu uhličitého. V postupu výroby sýru oxid uhličitý způsobí mnoho důležitých změn, které ovlivňují celou výrobu. Mezi změny patří např. zkrácení koagulačního času a s tím související zkrácení výroby, snížení množství použitého syřidlového koagulantu, a to až o 70 %, nepatrné zvýšení výtěžnosti sýru a použití solných lázní s nižší koncentrací soli.

Hlavním cílem diplomové práce mělo být nalezení optimálního přídatku oxidu uhličitého do mléka pro výrobu Balkánského sýru vyráběného Mlékárnou Polná, spol. s r. o. Optimální přídatek jsem určila na 0,55 – 0,60 g.l<sup>-1</sup>. Po tomto přídatku se zkrátila výrobní doba o 5 minut a množství syřidlového koagulantu jsem mohla snížit až o 40 % z původní hodnoty.

Sýry s optimálním přídatkem oxidu uhličitého byly dále senzoricky hodnoceny a srovnávány se sýrem vyrobeným bez přídatku oxidu. Senzorické hodnocení proběhlo v 6 termínech, a to po 1, 7, 14, 30, 60, a 180 dnech od jejich výroby. Jako hodnotitelé byli vybráni zaměstnanci Mlékárny Polné, kteří byli proškoleni ze základů senzorické analýzy. Jejich hodnocení lze považovat za adekvátní hodnocení běžných spotřebitelů.

Pro senzorické hodnocení byly vybrány metody: metoda duo-trio, preferenční párový test, stupnicová metoda a profilový test. Preferenčním párovým testem měli hodnotitelé určit, kterému typu sýru dávají přednost. Z výsledků vyplývá, že hodnotitelé nedávali přednost žádnému ze sýrů ( $\alpha = 0,05$ ). Následovala stupnicová metoda, kde hodnotitelé měli ohodnotit organoleptické vlastnosti (vzhled, vůni, chuť a texturu) pomocí pětibodové stupnice. Stupnicovou metodou jsem určila, že oba typy sýrů se liší jen nepatrně. Toto zjištění také potvrdily výsledky profilového testu, kdy se hodnotitelé měli zaměřit na deskriptory vůně (kyselá, sýrová a hořkomandlová) a deskriptory chuti (slaná, mléčně kyselá, sýrová, hořkomandlová, světnicová a kvasničná). Výsledky profilového testu ukázaly, že vůně a chuť obou typů sýrů se liší jen nepatrně, což znamená, že přídatek oxidu uhličitého nemá vliv na konečnou vůni a chuť sýru. U celkového hodnocení spočíval největší problém ve velmi slané chuti obou druhů sýrů, což pro další práci znamená ještě více snížit koncentraci solných lázní. Poslední použitou metodou byla metoda duo – trio, kde hodnotitel měl rozhodnout, který vzorek je se standardem shodný a který se od něj odlišuje. Pouze tato metoda ukázala, že mezi sýry existuje statisticky významný rozdíl ( $\alpha = 0,01$ ), lze z toho usoudit, že metoda duo - trio je přesnější a citlivější než stupnicová metoda. Výsledky senzorického hodnocení lze shrnout takto: přídatek oxidu uhličitého sice způsobí nepatrné změny v senzorické kvalitě sýrů, tyto změny však spotřebitel pravděpodobně vůbec nepozná a nelze jednoznačně tvrdit, že se jedná o zhoršení.

Metodou duo-trio se také prokázalo, že nejméně při hodnocení chybovali hodnotitelé, kteří pracují ve výrobě, a mají tedy větší zkušenosti ze senzorickým hodnocením než ostatní hodnotitelé.

Výtěžnost sýru hraje důležitou roli pro výrobce, proto jakékoli zvýšení výtěžnosti je pro ně žádoucí. Snažila jsem se proto zjistit, jestli přídavek oxidu uhličitého nějakým způsobem ovlivňuje danou výtěžnost. Podle našich výsledků jsem určila, že oxid uhličitý přidávaný do mléka zvyšuje nepatrně výtěžnost, což může být způsobeno především rychlejším vysrážením kaseinu, což vytvoří tvrdší sraženinu a nedochází k tak velkému úniku mléčného tuku ze sýru společně se syrovátkou.

Dalším důležitým hlediskem ovlivňujícím výtěžnost sýrů je použitá kultura. V našem případě jsme se rozhodli pro kulturu CHN 11, která poskytovala lepší výtěžnosti než kultura C301.

Při sledování rozdílu v obsahu sušiny byly určeny jen nepatrné rozdíly u obou typů sýrů. Také obsah sušiny ovlivňuje použitá kultura. Kultura CHN 11 by i v tomto případě byla vhodnější, protože zde byly zjištěny menší odchylky od průměru obsahu sušiny. I když se toto zdá jako nedůležité hledisko pro výrobce, čím větší obsahy sušiny po výrobě daného sýru, tím větší ztráty to pro výrobce znamená.

V neposlední řadě také firmu zajímalo, zde se výroba sýrů s použitým oxidem uhličitým promítne v ekonomice provozu výroby. Do výpočtu jsem zahrнула pouze přímé náklady, které měly nejdůležitější vliv na cenu. Ostatní náklady, které byly pro oba typy výrob stejné, jsem nebrala v úvahu. Vzhledem k tomu, že došlo k získání lepších výtěžností, zkrácení koagulačního času, snížení použitého množství syřidlového koagulantu, je výroba s oxidem uhličitým pro danou firmu výhodnější. I když na 1 kg sýru není rozdíl velký, pro výrobce, který vyrábí 3000 kg Balkánského sýru za den, je tento rozdíl velice markantní. Ekonomiku celého provozu ve velké míře také ovlivňuje použitá mléčná kultura. V tomto případě by bylo opět vhodnější používat ve výrobě kulturu CHN 11, která v porovnání s C 301 výrazněji sníží náklady na výrobu Balkánského sýru.

Při zjišťování výhod a nevýhod, které by vyplývaly z výroby sýru s oxidem uhličitým, bylo zjištěno mnoho výrazných výhod především pro výrobce. Nejdůležitější je snížení ekonomických nákladů firmy, což má za následek i snížení ceny samotného výrobku pro spotřebitele. Další výhodou je zkrácení výrobního času nebo větší výroba při stejném časovém rozsahu. Další významné plus je, že dojde ke snížení mikrobiálního zatížení znečišťující mikroflórou v mléce. A důležité je také zdůraznit, že zákazník by si kupoval stále stejný výrobek ze sensorického hlediska.

Závěrem lze shrnout, že výroba Balkánského sýru s použitím oxidu uhličitého se zdá být velice výhodná pro výrobce. Zatím tato výroba ve všech ohledech předčí výrobu sýru bez použitého oxidu uhličitého.

## 5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] BYLUND, G. M. Sc. *Dairy processing handbook*. 1<sup>st</sup> en. Sweeden: Tetra Pak Processing Systeme AB 1995. 436 pp.
- [2] GUILLAUME, C., JIMÉNEZ, L., CUQ, J – L., MARCHESSEAU, S. An original pH – reversible treatment of milk to improve rennet gelation. *International Dairy Journal*, 2004, vol. 14, no. 4, pp. 305 - 311. ISSN 0958 – 6946.
- [3] KOTRBOVÁ, J. *Prohlášení výrobce o složení plynu freshline CO<sub>2</sub>*. [online]. Poslední úprava: 2010. [cit. 4. 3. 2010]. Dostupné z: <[http://www.airproducts.cz/prohlasenivyrobce/pdf/Potravinarske\\_plyny/PROHLA\\_SENI\\_VYROBCE\\_Freshline\\_CO2.pdf](http://www.airproducts.cz/prohlasenivyrobce/pdf/Potravinarske_plyny/PROHLA_SENI_VYROBCE_Freshline_CO2.pdf)>
- [4] MINISTERSTVO VNITRA. *Sbírka zákonů České republiky*. [online]. Poslední úprava: 7. října 2008. [cit. 8.6.2009]. Dostupné z: <<http://www.mvcr.cz/soubor/sb118-08-pdf.aspx>>
- [5] GRIEGER, Z. a kol. *Hygiena mlieka a mliečnych výrobkov*. 1. vyd. Bratislava: Príroda, 1990, 397 s. ISBN 80-07-00253-7
- [6] FORMAN, L., STRMISKA, J. *Mlékarenství II*. 1. vyd. Praha: SNTL-Nakladatelství technické literatury, 1984. 15,16 s.
- [7] DAVÍDEK, J., JANÍČEK, G., POKORNÝ, J. *Chemie potravin*. 1. vyd. Praha: SNTL/ ALFA, 1983. 632 s.
- [8] *Oxid uhličitý*. [online]. Poslední úprava: 2008. [cit. 22. července 2009]. Dostupné z: <<http://www.emulgatory.cz/seznam-ecek?prisada=E290>>
- [9] KLANDAR, A. H., LUCIA, D. CH., LAGAUDE, A. Effects of reverse CO<sub>2</sub> acidification cycles, calcium supplementation, pH adjustment and chilled storage on physico-chemical and rennet coagulation properties of reconstituted low- and medium-heat skim milk powders. *Food Hydrocolloids*, 2009, vol. 23, no. 3, pp. 806-815.
- [10] MIKULČÁK, J., KLIMEŠ, B., ŠIROKÝ, J. ŠŮLA, V., ZEMÁNEK, F. *Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro střední školy*. 3. vyd. Praha: Prometheus, 2005. 206 s. ISBN 80-85849-84-4.
- [11] *Oxid uhličitý, fyzikální vlastnosti*. [online]. Poslední úprava: 2009. [cit. 22. července 2009]. Dostupné z: <<http://encyclopedia.airliquide.com/encyclopedia.asp?GasID=26&CountryID=33&LanguageID=17>>
- [12] HOTCHKISS, J. H., WERNER, B. G., LEE, E. Y. C. Addition of carbon dioxide to dairy products to improve quality: A comprehensive review. *Comprehensive reviews in food science and food safety*, 2006, vol. 5, no. 4, pp. 158-168. ISSN 1541-4337
- [13] SZPI. *Vyhláška č. 54/2002 Sb.* [online]. Poslední úprava: 16.12.2008. [cit. 4. 3.2010]. Dostupné z: <<http://www.szpi.gov.cz/docDetail.aspx?docid=1007449&docType=ART&nid=11307>>
- [14] Starter culture. [online]. [cit. 17. prosince 2007]. Dostupné z: <<http://www.foofsci.uoguelph.ca/dairyedu/yogurt.html#starter>>
- [15] GRATTEPANCHE, P. A., LACROIX, C. Milk fermentation by function mixed culture producing nisin Z and exopolysaccharides in a fresh cheese model. *International Dairy Journal*, 2007, vol. 17, no. 2, pp. 123-132. ISSN 0958 – 6946.

- [16] ŠTĚTINA, J., ČURDA, L. *Celostátní přehledky sýrů*. Praha: Vysoká škola chemicko technologická, 2007. 282 s. ISBN 978-80-7080-661-6
- [17] NOVATOVIC, P., PETRAK, T., KORDIC, J., SLACANAC, V. Application of mathematical models in milk coagulation process during lactic acidic fermentation – I. Relation between enzymatic and acidic milk coagulation. *Acta Alimentaria*, 2000, vol. 29, no. 3, pp. 241 – 254. ISSN 0139 – 3006.
- [18] ŠIMŮNEK, Z. Bacterium milk working in foodstuff. *Food Today - European Food Information concil Nawsletter*, 1999, vol. 2, no. 18, pp. 3 – 4.
- [19] ARDÖ, Y. *Flavour formation by amino acid catabolism*. Biotechnology Advances 24, 2006, 238-242 pp.
- [20] BŘEZINA, P., JELÍNEK, J. *Chemie a technologie mléka 1. Část*. 1. vyd. Praha: VN MON, 1990. 166 s. ISBN 80-7080-075-5.
- [21] ŠIMŮNEK, Z. Enzymy v potravinách. *Food Today - European Food Information concil Nawsletter*, 1998, , vol. 1, no. 4, pp. 1-3.
- [22] FUQUAY, J.W., ROGINSKI, R., FOX, P.F. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 1<sup>st</sup> en.: Copyright 2002. 2799 pp. ISBN 0-12-22-7235-8
- [23] TRANCHANT, C. C., DALGLEISH, D. G., HILL, A. R. Different coagulation behavior of bacteriologically acidified and renneted milk: the importance of fine – tuning acid production and rennet action. *International Dairy Journal*, 2001, vol. 11, no. 4 – 7, pp. 483 – 494. ISSN 0958 – 6946.
- [24] STIESE, B., KŘIVÁNEK, M. *Abeceda mlékárenství*. 2. vyd. Praha: SNTL, 1966. 316 s.
- [25] Suroviny – Pekař II. *Chemické složení mléka*. [online]. [cit. 8.6.2009]. Dostupné z: <[http://www.udlice.cz/index.php?option=com\\_docman&task=doc\\_view&gid=53&Itemid=9](http://www.udlice.cz/index.php?option=com_docman&task=doc_view&gid=53&Itemid=9)>
- [26] PAVELKA, A. *Mléčné výrobky pro vaše zdraví*. 1.vyd. Brno: Litera, 1996. 105 s. ISBN 80-85763-09-5.
- [27] HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P. *Potravinářská technologie živočišného původu*. 1.vyd. Zlín: UTB ve Zlíně, 2006. 180 s. ISBN 80-7318-405-2.
- [28] *Chemické složení mléka*. [online]. [cit. 26. ledna 2009]. Dostupné z: <<http://www.home.zf.jcu.cz/~samkova/eamon-1.doc>>
- [29] ZIMÁK, E. *Technologie*. 1.vyd. Praha: SNTL, 1982. 184 s. ISBN 04-820-82.
- [30] VELÍŠEK, J.: *Chemie potravin I*. 2. vyd. Tábor: OSSIS, 2002. 344 s. ISBN 80-86659-00-3.
- [31] VESPALCOVÁ, M. *Přednášky z Chemie potravin II*. VUT Brno. 2009. Nепublikované.
- [32] MADIEDO, P. R., GANCEDO, J. C. B., ALFONSO, L., GAVILIÁN, C. G. de los R. Afuega'l Pitu Cheese Quality: Carbon Dioxide Addition to Refrigerated Milk in Acid-coagulated Cheesemaking. *International Dairy Journal*, 1998, vol. 8, no. 12, pp. 951-958. ISSN 0958 – 6946.
- [33] NELSON, B. K., BARBANO, D. M., LUNCH, J. M. Impact of Milk Precidification with CO<sub>2</sub> on Cheddar Cheese Composition and Yield. *Journal of Dairy Science*, 2004, vol. 87, pp. 3581- 3589. ISSN 0958 – 6946.
- [34] MONTILLA, A., CALVO, M. M., OLANO, A. Manufacture of cheese made from CO<sub>2</sub> – treated milk. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und –Forschung A*, 1995, vol. 200, no. 4, pp. 289 – 292. ISSN 1431 - 4630.



- [35] MADIEDO, P. R., GANCEDO, J. C. B., ALFONSO, L., GAVILIÁN, C. G. de los R, DELDAGO, T.. Manufacture of Spanish hard cheeses from CO<sub>2</sub> - treated milk. *Food Research International*, 2002, vol. 35, no. 7, pp. 681 – 690. ISSN 0963 - 9969.
- [36] GELAIS, D., CHAMPAGNE, C. P., BÉLANGER, G. Production of cheddar cheese using milk acidified with carbon dioxide. *Milchwissenschaft*, 1997, vol. 52, no. 11, pp. 614-618. ISSN 0026-3788.
- [37] MADIEDO, P. R., GANCEDO, JC. B., DELGADO, T., GUEIMONDE, M., GAVILAN CG. de los R. Proteolysis in rennet - coagulated Spanish hard cheeses made from milk preserved by refrigeration and addition of carbon dioxide. *Journal of Dairy Reasearch*, 2003, vol. 70, no. 1, pp. 115 – 122. ISSN 0022 – 0299.
- [38] GUILLAUME, C., GASTALDI, E., CUQ, J. L., MARCHESSEAU, S. Effect of pH on rennet clotting properties of CO<sub>2</sub> – acidified skim milk. *International Dairy Journal*, 2004, vol. 14, no. 5, pp. 437 – 443. ISSN 0958 – 6946.
- [39] ROUCHE, S., DOBENESQUE, M., BOT, A., LAGAUDE, A., CUQ, J – L., MARCHESSEAU, S. Stability of casein micelle subjected to reversible CO<sub>2</sub> acidification: Impact of holding time and chilled storage. *International Dairy Journal*, 2007, vol 17 , no. 8, pp. 873 - 880. ISSN 0958 – 6946.
- [40] MA, Y., BARBANO, D. M., SANTOS, M. Effect of CO<sub>2</sub> Addition to Raw Milk on Proteolysis and Lipolysis at 4°C. *Journal of Dairy Science*, 2003, vol. 86, pp. 1616 – 1631. ISSN 0958 – 6946.
- [41] *Manufacture and use of cheese products*. [online]. [cit. 13.10.2009]. Dostupné z: <<http://nzic.org.nz/ChemProcesses/dairy/3D.pdf>>
- [42] STADHOUDERS, J., BERG, van den G. The technology of cheesemaking. *Endeavour*, 1988, vol. 12, no.3, pp. 107 – 112. ISSN 0160 – 9327.
- [43] *Cheese Production*. [online]. Last modified: 31<sup>th</sup> of January, 2010. [cit. 2. 3. 2010]. Dostupné z: < <http://www.food-info.net/uk/dairy/cheese-production.htm> >
- [44] GONZALEZ, G. L., GEERAERD, A. H., ELST, K., GINNEKEN, van L., INPE, van J. F., DEVLIEGHERE, F. Inactive of naturally occurring microorganisms in liquid whole egg using high pressure carbon dioxide processing as an alternative to heat pasteurization. *The Journal of Supercritical Fluids*, 2009, vol. 51, no. 1, pp. 74 - 82. ISSN 0896 – 8446.
- [45] FREWER, L. J., HOWARD, C., HEDDERLEY, D., SHAPHERD. R. Consumer attitudes towards different food processing technologies used in cheese production – the influence of consumer benefit. *Food Quality and Preference*, 1997, vol. 8, no. 4, pp.271 – 280. ISSN 0950 – 3293.
- [46] POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H., PUDIL, F. *Senzorická analýza potravin. Laboratorní cvičení*. 1. vyd. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999. 60 s. ISBN 80-7080-278-0.
- [47] ČERNÁ, E., CVAK, Z. *Analytické metody pro mléko a mlékárenské výrobky (I. díl chemie)*. 1. vyd. Praha: Středisko technických informací potravinářského průmyslu Výzkumného ústavu potravinářského průmyslu, 1986. 439 s.
- [48] POKORNÝ, J., VALENTOVÁ, H., PANOVSÁ, Z. *Senzorická analýza potravin*. Praha: Vydavatelství VŠCHT, 1999. 95 s. ISBN 80-7080-329-0.

- [49] HÁLKOVÁ, J., RUMÍŠKOVÁ, M., RIEDLOVÁ J. *Analýza potravin*. 2. vyd. Újezd u Brna: RNDr. Ivan Straka, vydavatel odborných publikací, 2001. 101 s. ISBN 80-86494-02-0.
- [50] LOUPANCOVÁ, B. *Vývoj těkavých aromatických látek v průběhu zrání sýrů s modrou plísní v těstě*. Diplomová práce. Brno: VUT, Fakulta chemická, 2004. 100 s.
- [51] HUMLÍČEK, J. *Statistické zpracování výsledků měření*. 1. vyd. Brno: Výrobna skript rektorátu UJEP, 1984. ISBN 55 – 958 – 84.
- [52] BABÁK, L. *Přednášky z biostatistiky*. VUT Brno. 2009. Nepublikované.
- [53] INDRA, Z., MIZERA, J. *Chemické kontrolní metody pro obor zpracování mléka*. 1. vyd. Praha: Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy ČR, 1992. 273 s.
- [54] *Živné pudy k mikrobiologickým rozborům – polotuhé živné pudy*. [online]. Poslední úprava: 28.2.2008. [cit. 7.4.2010]. Dostupné z: <<http://www.milcom-as.cz/old/?page=pudy>>.

## 6. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

|                 |  |
|-----------------|--|
| CO <sub>2</sub> | oxid uhličitý                              |
| Sb.             | sbírka                                     |
| ČSN             | České technické normy                      |
| E               | přídavné látky (aditiva)                   |
| např.           | například                                  |
| aj.             | a jiné                                     |
| pI              | izoelektrický bod                          |
| min.            | minuta                                     |
| N <sub>2</sub>  | dusík                                      |
| O <sub>2</sub>  | kyslík                                     |
| obj.            | objemová                                   |
| č.              | číslo                                      |
| kol.            | kolektiv                                   |
| V               | Volt                                       |
| L <sub>20</sub> | laktodenzimetrické číslo                   |
| °SH             | stupně Soxhleta – Henkela                  |
| SZPI            | Státní zemědělská a potravinářská inspekce |
| s.r.o.          | společnost s ručením omezeným              |
| EIGA            | Evropská Asociace Průmyslových plynů       |
| VUT             | Vysoké učení technické                     |
| FCH             | Fakulta chemická                           |
| vyd.            | Vydání                                     |
| s.              | strana                                     |
| tj.             | to je                                      |
| popř.           | popřípadě                                  |
| viz             | lze vidět                                  |
| °C              | stupně Celsia                              |
| %               | procenta                                   |
| tab.            | tabulka                                    |
| kg              | kilogram                                   |
| obr.            | obrázek                                    |
| °Bé             | stupně Baumé                               |
| spol.           | společnost                                 |
| w               | hmotnostní zlomek                          |
| log             | logaritmus                                 |
| C 301           | mezofilní kultura                          |
| CHN 11          | mezofilní kultura                          |
| KTJ             | kolonii tvořící jednotka                   |
| ČR              | Česká republika                            |
| tzv.            | takzvaný                                   |
| PA              | polyamid                                   |
| m               | metr                                       |
| ml              | mililitr                                   |
| PE              | polyethylen                                |

|      |  |
|------|--|
| VČŽL | agarová živná půda s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučovými solemi a laktosou |
| GKCh | agarová půda s glukosou, kvasničným, extraktem a chloramfenikolem                        |
| SAFA | nasycené mastné kyseliny   |
| cm   | centimetr  |
| a.s. | akciová společnost   |

## 7. SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha 1.** Dotazník pro stupnicové hodnocení
- Příloha 2.** Dotazník pro preferenční párovou zkoušku
- Příloha 3.** Dotazník pro metodu duo-trio

**Příloha 1.** Dotazník pro stupnicové hodnocení

**FORMULÁŘ PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ Balkánského sýru**

Diplomová práce: Bc. Petra Králová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miloš Kvasnička

Hodnotitel:

Příjmení:.....

Jméno:.....

Datum:.....

Hodina:.....

Zdravotní stav:.....

Věk: .....

Kuřák /nekuřák

Spotřebitel /hodnotitel / znalec

Pokusná řada:.....

**Úkol 1:** Zhodnoťte vzhled vzorku. Odpověď, která bude nejvíce odpovídat, zakřížkujte v tabulce.

| VZHLED |  |  |  |
|--------|--|--|--|
| 1.     | Barva bílá, viditelná struktura sýrových zrn, stejnoměrná na řezu, vystupující syrovátka |  |  |
| 2.     | Mléčné zbarvení, částečně viditelná struktura sýrových zrn, nestejný vzhled řezu         |  |  |
| 3.     | Jemně nažloutlá barva, homogenní struktura, více vystupující syrovátky                   |  |  |
| 4.     | Barva smetanově až sýrově žlutá, povrch hladký, mokrá ložiska                            |  |  |
| 5.     | Sytě žlutá barva, mazlavý a potrhaný povrch  |  |  |

Pozn. ....

**Úkol 2:** Zhodnoťte vůni vzorku. Odpověď, která bude nejvíce odpovídat, zaznačte křížkem v tabulce.

| VŮNĚ |   |  |  |
|------|---|--|--|
| 1.   | Mléčně-kyselá, je cítit typická vůně po solném nálevu     |  |  |
| 2.   | Slabá, jemně mléčná, nakyslá                              |  |  |
| 3.   | Příliš ostrá, po syrovátce nevýrazná, mírně hořkomandlová |  |  |
| 4.   | Zkvašená, neharmonická vůně                               |  |  |
| 5.   | Čpavková, kovová, mýdlová, žluklá, plesnivá, hořká        |  |  |

Pozn. ....

**Úkol 3:** Popište intenzitu jednotlivých deskriptorů vůně (stupnice je seřazena dle vzrůstající intenzity).

|               |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|
| Mléčně kyselá | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jemně sýrová  | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Hořkomandlová | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jiná .....    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**Úkol 4:** Zhodnoťte texturu vzorku. Nejdříve vzorek prostudujte hmatem, pak vložte do úst a sledujte, jak se vzorek chová při skousnutí, žvýkání a polykání. Výsledný dojem zaznamenejte v tabulce.

| TEXTURA |  |  |  |
|---------|--|--|--|
| 1.      | Jemná, pružná až řidší, celistvá, pravidelné dírky                 |  |  |
| 2.      | Vláčná až pružná, kompaktní  |  |  |
| 3.      | Hladká, gumovitá, drobivá  |  |  |
| 4.      | Mazlavá až roztékavá, hrubá  |  |  |
| 5.      | Tvrdá, drolí se na jednotlivá sýrová zrna, nečistoty, cizí příměsi |  |  |

Pozn. ....

**Úkol 5:** Ochutnejte předložené vzorky a své hodnocení zakřížkujte do tabulky.

| CHUŤ |  |  |  |
|------|--|--|--|
| 1.   | Mléčně kyselá, výrazně kyselá, přiměřeně slaná |  |  |
| 2.   | Nevýrazná mléčná, velmi slaná                  |  |  |
| 3.   | Slabá jemně sýrová, lehce slaná                |  |  |
| 4.   | Příliš ostrá nebo slaná, nevýrazná sýrová chuť |  |  |
| 5.   | Velmi intenzivní, typická pro přezrálé sýry    |  |  |

Pozn. ....

**Úkol 6:** Popište intenzitu jednotlivých deskriptorů chuti (stupnice je seřazena dle vzrůstající intenzity).

|               |   |   |   |   |   |
|---------------|---|---|---|---|---|
| Slaná         | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Mléčně kyselá | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Hořkomandlová | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Sýrová        | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Světnicová    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Kvasničná     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Jiná .....    | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |

**Úkol 7:** Popište celkový dojem, jaký na Vás hodnocený vzorek udělal. Jestli Vám chutná, jeho nedostatky a nebo přednosti.

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

**Zjištěné vady:**

.....  
.....  
.....  
.....



**Příloha 2.** Dotazník pro preferenční párovou zkoušku

**FORMULÁŘ PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ VZORKŮ PÁROVÝM  
PREFERENČNÍM TESTEM**

Balkánský sýr

Diplomová práce: Bc. Petra Králová  
Vedoucí diplomové práce: Ing. Miloš Kvasnička

Hodnotitel:

Příjmení:.....

Jméno:.....

Datum:.....

Hodina:.....

Zdravotní stav:.....

Věk: .....

Kuřák /nekuřák

Spotřebitel /hodnotitel / znalec

Pokusná řada:.....

**Úkol:** Určete, kterému vzorku dáváte přednost, který je chutnější, a výsledek zapište do tabulky.

| Pořadí páru | Preferuji vzorek: |       | Mezi vzorky jsou rozdíly:  | Výběr rozdílu: |
|-------------|-------------------|-------|--|----------------|
|             | Prvý              | Druhý |  |                |
| 1.          |                   |       | Velké (má mnohem výraznější, lepší vlastnosti)                     |                |
|             |                   |       | Střední (má trochu výraznější vlastnosti)                          |                |
|             |                   |       | Malé (má lepší vlastnosti)   |                |
|             |                   |       | Nepatrné (má podobné vlastnosti)                                   |                |
|             |                   |       | Oba vzorky jsou stejné (nevnímám žádný rozdíl mezi danými vzorky). |                |

| Pořadí páru | Preferuji vzorek: |       | Mezi vzorky jsou rozdíly:  | Výběr rozdílu: |
|-------------|-------------------|-------|--|----------------|
|             | Prvý              | Druhý |  |                |
| 2.          |                   |       | Velké (má mnohem výraznější, lepší vlastnosti)                     |                |
|             |                   |       | Střední (má trochu výraznější vlastnosti)                          |                |
|             |                   |       | Malé (má lepší vlastnosti)   |                |
|             |                   |       | Nepatrné (má podobné vlastnosti)                                   |                |
|             |                   |       | Oba vzorky jsou stejné (nevnímám žádný rozdíl mezi danými vzorky). |                |
| 3.          |                   |       | Velké (má mnohem výraznější, lepší vlastnosti)                     |                |
|             |                   |       | Střední (má trochu výraznější vlastnosti)                          |                |
|             |                   |       | Malé (má lepší vlastnosti)   |                |
|             |                   |       | Nepatrné (má podobné vlastnosti)                                   |                |
|             |                   |       | Oba vzorky jsou stejné (nevnímám žádný rozdíl mezi danými vzorky). |                |

**Příloha 3.** Dotazník pro metodu duo-trio

***FORMULÁŘ PRO SENZORICKÉ HODNOCENÍ DUO-TRIO TESTEM***

Balkánský sýr

Diplomová práce: Bc. Petra Králová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Miloš Kvasnička

---

Hodnotitel:

Příjmení:.....

Jméno:.....

Datum:.....

Hodina:.....

Zdravotní stav:.....

Věk: .....

Kuřák /nekuřák

Spotřebitel /hodnotitel / znalec

Pokusná řada:.....

---

**Úkol:** Rozhodněte, který ze dvou vzorků je shodný s předloženým standardem a který je od standardu odlišný.

1. stanovení:

Se standardem č. .... je shodný vzorek č. ...., vzorek č. .... je od standardu odlišný.

2. stanovení:

Se standardem č. .... je shodný vzorek č. ...., vzorek č. .... je od standardu odlišný.

3. stanovení:

Se standardem č. .... je shodný vzorek č. ...., vzorek č. .... je od standardu odlišný.

4. stanovení:

Se standardem č. .... je shodný vzorek č. ...., vzorek č. .... je od standardu odlišný.

*Celkem:* .....správných odpovědí  
..... nesprávných odpovědí