

Změny kyselosti a vodní aktivity v průběhu zrání Eidamských sýrů

Bc. Renata Orságová

Diplomová práce
2009



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav potravinářského inženýrství

akademický rok: 2008/2009

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Renata ORSÁGOVÁ**
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Změny kyselosti a vodní aktivity v průběhu zrání Eidamských sýrů**

Zásady pro vypracování:

I. Teoretická část

- Charakterizovat eidamské sýry dle komoditní vyhlášky.
- Popsat technologii výroby eidamských sýrů.
- Zpracovat biochemii zrání eidamských sýrů – změny kyselosti, aw.

II. Praktická část

- Uvést použitý materiál – provedené experimenty, vyrobené sýry.
- Popsat metodiku použitou pro analýzy – chemické, mikrobiální.
- Vyhodnotit dosažené výsledky.

Rozsah práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1]FOX et. al. Fundamentals of Cheese Science.

[2]BYLUND, G. Dairy Processing Handbook Introduction.

[3]KNĚZ, V., Výroba sýrů, SNTL, Praha 1960.

[4]HRABĚ, J., BŘEZINA, P., VALÁŠEK, P., Technologie výroby potravin živočišného původu, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006.

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.

Ústav potravinářského inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

19. února 2009

Termín odevzdání diplomové práce:

31. května 2009

Ve Zlíně dne 31. května 2009

doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.
děkan



prof. Ing. Ignác Hoza, CSc.
vedoucí katedry

ABSTRAKT

Cílem práce bylo sledovat změny kyselosti a vodní aktivity v průběhu zrání Eidamských sýrů a jejich případný vliv na jakost výrobku. Byla provedena i mikrobiologická analýza na začátku a na konci zrání. Senzorické hodnocení eidamského sýra bylo provedeno v různém stupni zrání.

Klíčová slova:

Sýr, vodní aktivita, kyselost sýra, zrání

ABSTRACT

The aim of work was to monitor changes of acidity and water activity on the ripening of cheese and their influence on the quality of product. It was made a microbiological analysis at the beginning and at the end of the ripening. The sensory assesment of Eidam cheese was made in several stair of the ripening.

Keywords:

cheese, water aktivita, acidity of cheese, ripening

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Janu Hraběti PhD. a Mgr. Leoně Buňkové PhD. za rady a pomoc při praktické části, které mi pomohly vypracovat tuto práci. Poděkování patří také firmě Kromilk spol. s.r.o Kroměříž, která poskytla vzorky a umožnila mi provést některé analýzy na jejich pracovišti. Dále děkuji celému kolektivu Ústavu potravinářského inženýrství za vytvoření výborných pracovních podmínek, rodině a přátelům za všestrannou pomoc při studiu.

Prohlašuji, že jsem na bakalářské/diplomové práci pracoval(a) samostatně a použitou literaturu jsem citoval(a). V případě publikace výsledků, je-li to uvedeno na základě licenční smlouvy, budu uveden(a) jako spoluautor(ka).

Ve Zlíně

.....

Podpis studenta

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 HISTORIE	11
1.1 PŮVOD SÝRA EIDAM.....	11
1.2 NÁZEV SÝRA EIDAM.....	12
2 SLOŽENÍ A VÝŽIVOVÁ HODNOTA TVRDÝCH SÝRŮ	13
2.1 SÝRY VE VÝŽIVĚ	13
2.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ SÝRŮ	14
2.2.1 Bílkoviny	14
2.2.2 Lipidy	14
2.2.3 Sacharidy	14
2.2.4 Vitaminy.....	15
2.2.5 Minerální látky	15
3 MLÉKO	17
3.1 BIOLOGICKÁ A NUTRIČNÍ HODNOTA MLÉKA.....	17
3.2 MLÉKO JAKO SUROVINA K VÝROBĚ SÝRŮ.....	17
3.2.1 Požadavky na jakost mléka z hlediska jeho chemického složení a fyzikálních vlastností.....	18
3.2.2 Požadavky na jakost mléka z hlediska mikrobiální čistoty.....	18
4 VÝROBA EIDAMU	19
4.1 TECHNOLOGIE VÝROBY EIDAMU	19
4.1.1 Úprava mléka před sýřením	20
4.1.1.1 Přídavek čisté mlékárenské kultury	21
4.1.2 Sýření mléka.....	23
4.1.3 Zpracování sýřeniny	24
4.1.4 Formování sýrů.....	24
4.1.5 Solení sýrů.....	25
4.1.6 Zrání sýrů	26
4.1.6.1 Ztráty zráním.....	30
4.1.7 Balení a expedice sýrů.....	30
4.2 MIKROBIÁLNÍ ZMĚNY PŘI VÝROBĚ A ZRÁNÍ SÝRŮ	31
4.3 ČINITELÉ URČUJÍCÍ STUPEŇ PROKYSÁNÍ SÝRA.....	31
4.4 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY SÝRA EIDAM V MLÉKÁRNĚ KROMILK SPOL. S. R. O KROMĚŘÍŽ.....	33
5 VODNÍ AKTIVITA	36

5.1	VÝZNAM VODNÍ AKTIVITY	38
5.2	ROZDĚLENÍ POTRAVIN PODLE VODNÍ AKTIVITY	38
5.3	VZTAH VODNÍ AKTIVITY K OBSAHU VODY	39
5.4	VLIV TEPLoty NA VODNÍ AKTIVITU	40
5.5	ENZYMATICKÁ AKTIVITA A A_w	40
5.6	MIKROORGANISMYS A A_w	40
5.7	SÝRY A A_w	42
II	PRAKTICKÁ ČÁST	43
6	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	44
6.1	CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE	44
6.2	POPIS VZORKŮ POUŽITÝCH K CHEMICKÝM ANALÝZÁM	44
6.3	POMŮCKY A CHEMIKÁLIE POUŽITÉ K ANALÝZÁM	44
6.3.1	Pomůcky použité k chemickým analýzám	44
6.3.2	Chemikálie použité k chemickým analýzám.....	45
6.3.3	Pomůcky použité k mikrobiologickým analýzám	46
6.3.4	Chemikálie použité k mikrobiologickým analýzám.....	46
6.4	PRACOVNÍ POSTUPY A METODIKY POUŽITÉ PŘI ANALÝZÁCH.....	47
6.4.1	Stanovení sušiny sýra	47
6.4.2	Stanovení titrační kyselosti sýra.....	48
6.4.3	Stanovení aktivní kyselosti sýra	49
6.4.4	Stanovení vodní aktivity.....	50
6.4.5	Stanovení tuku.....	51
6.4.6	Příprava půd pro mikrobiologické analýzy	51
6.4.7	Očkování vzorku na půdy.....	53
6.4.8	Gramovo barvení.....	53
7	VÝSLEDKY A DISKUSE	54
7.1	AKTIVNÍ KYSELOST	54
7.2	TITRAČNÍ KYSELOST	58
7.3	AKTIVITA VODY.....	60
7.4	OBSAH TUKU	61
7.5	OBSAH SUŠINY	62
7.6	MIKROBIOLOGICKÁ ANALÝZA	65
7.7	SENZORICKÉ HODNOCENÍ SÝRA EIDAM 30%	70
7.8	FOTODOKUMENTACE ZMĚNY VZHLEDU SÝRA EIDAM S DOBOU ZRÁNÍ.....	72
7.9	FOTODOKUMENTACE ZMĚNY POČTU MIKROORGANISMŮ V SÝRU EIDAM S DOBOU ZRÁNÍ	73
	ZÁVĚR	76
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	77

SEZNAM OBRÁZKŮ	79
SEZNAM TABULEK.....	80
SEZNAM GRAFŮ	82
SEZNAM PŘÍLOH.....	83

ÚVOD

Potravina je tím hodnotnější, čím více obsahuje vedle energetických a růstových látek (uhlohydrátů, bílkovin, tuků, solí) látek doplňkových, resp. ochranných, a to především nejdůležitější z nich – vitaminy.

Během zrání sýrů dochází k rozsáhlým změnám, které vedou k lepšímu využití všech živin. Sýry jsou bohatým zdrojem bílkovin, vápníku a vitamínu B₁₂, který je důležitý zejména pro vegetariány.

Eidamské sýry patří mezi nejoblíbenější sýry na světě. Vyznačují se jemně mléčně nakyslou chutí.

S dobou zrání se tvoří charakteristická chuť a vůně sýrů, což je důsledek zejména rozkladu laktosy na kyselinu mléčnou bakteriemi mléčného kvašení a proteolýzy bílkovin. Vlivem tvorby kyseliny mléčné dochází ke snižování pH sýra.

Na kvalitu sýrů má velký vliv vodní aktivita (a_w), což je termodynamický parametr, který udává stav volné vody v produktu. Ovšem tento pojem není totožný s obsahem vody v potravinách, který udává obsah celkové vody, tj. volné i vázané. Význam vodní aktivity spočívá v tom, že určuje, zda v dané potravine může dojít k pomnožení nebezpečných mikroorganismů (např. rod *Salmonella*) a tím se stanoví zdravotní nezávadnost potraviny.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE

1.1 Původ sýra Eidam

Eidam je nasládlý polotuhý plnotučný sýr vyráběný z pasterovaného kravského mléka, původem z Nizozemska.

Eidam má jemnou, nepříliš slanou chuť. Ve srovnání s jinými sýry je téměř bez zápachu. Barva eidamu je nažloutlá, přílišná bledost ukazuje na nedostatečnou zralost. Doba zrání eidamu se pohybuje od čtyř týdnů až po deset měsíců. Delší dobou zrání lze docílit vyšší trvanlivosti. Obsah tuku v sušině bývá 40 % nebo 45 %. Eidam s nižším obsahem tuku (20 % či 30 %) je považován za české specifikum. Obsah sušiny v eidamu by měl být 52 % (u 30 % obsahu tuku) či 56 % (u 45 % obsahu tuku).

Ve 14. až 18. století byl eidam nejoblíbenějším sýrem, zejména při lodních plavbách a v koloniích, a to hlavně z toho důvodu, že dlouho vydržel a nekazil se. Vyráběl se ve tvaru koule a balen býval do červeného voskového obalu [18].

Výroba byla rozvinuta hlavně v provincii Nord Holland (25 km severně od Amsterdamu), ale brzy se rozšířila po celém Holandsku a Eidam se stal vedle Goudy druhým původním holandským sýrem. Již od roku 1570 se v městě Edam pořádají až do dnešní doby tradiční týdenní sýrové trhy, i když je pravdou, že dnes jsou již spíše atrakcí pro turisty z celého světa (viz. obr.1) [19].

Obr. 1 Týdenní sýrové trhy v Holandsku [19]



1.2 Název sýra Eidam

Výroba Eidamu brzy také pronikla do světa. Najdeme ho v sortimentu nejen všech evropských zemí, ale sýr zdomácněl také v Americe nebo v Austrálii a Novém Zélandu, dokonce i v exotických zemích, např. v Jižní Africe, kde výrobu zavedli přistěhovalci z Holandska. Ve všech zemích se používal a používá název EDAM nebo jeho odvozeniny, v Německu např. Edamer, ve Švédsku Edamerost, v Srbsku Edamac, v Maďarsku Edámi. V Čechách a na Slovensku se vžil název Eidam, Eidamský sýr nebo podle oblíbeného průmyslového tvaru také Eidamská cihla. Jak je to ale vlastně s vývojem tohoto českého názvu?

Na území Čech a Moravy se Edam vyráběl asi mezi prvními druhy sýrů a výrobu zaváděli podle historických pramenů právě sýrařští mistři z Nizozemí. Podle historických etiket se název Edam ještě dlouho neobjevil, sýry byly označovány „Holandský salám“ nebo „Holandská cihla“. První název Edam se objevil v roce 1914 v knize prof. Laxy „Sýrařství“.

Název Edam se používal do konce 2. světové války, čehož jsou důkazem etikety Mlékařské a sýrařské školy v Kroměříži, které mají českou a francouzskou verzi (viz. obr. 2) [19].

Obr. 2 Etikety Mlékařské a sýrařské školy v Kroměříži [19]



Po válce se už objevuje pouze název EIDAM a asi už nezjistíme proč. Dokonce ani „Ústav pro jazyk český“ nám nebyl schopen vysvětlit proč a jak ke změně názvu z „Edam“ na „Eidam“ vlastně došlo [19].

2 SLOŽENÍ A VÝŽIVOVÁ HODNOTA TVRDÝCH SÝRŮ

2.1 Sýry ve výživě

Potravina je tím hodnotnější, čím více obsahuje vedle energetických a růstových látek (uhlohydrátů, bílkovin, tuků, solí) látek doplňkových, resp. ochranných, a to především nejdůležitější z nich – vitaminy.

Podle zkušeností fyziologů musí být v celkovém množství bílkovin dodaných v potravě (nemá-li tělo hladovět) alespoň 50 % bílkovin živočišného původu. V méně civilizovaných, tropických krajích je bílkovinná podvýživa „Kwashiorkor“ jedním z ústředních problémů fyziologie výživy.

Vlivem různých příjemných příchutí sýrů, získaných během zrání, dráždí sýry slinné žlázy k větší činnosti, takže se všech živin lépe využije. Sýry rovněž podporují trávení i jiných potravin, kterých se pak lépe využije, než jsou-li požívány samotné. Například kombinuje-li se chléb se sýrem, může bílkovina sýra zvýšit nutriční hodnotu bílkoviny chleba na úroveň sýra [3].

Sýry mají nejen své klady, ale i zápory:

Klady:

- dobrý zdroj bílkovin, bohatý na vápník,
- pro vegetariány důležitý zdroj vitamínu B₁₂,
- pravděpodobně zvyšuje odolnost proti zubnímu kazu.

Zápory:

- u citlivých osob může vyvolávat migrénu a jiné alergické reakce,
- některé sýry mají vysoký obsah kalorií a nasycených tuků [10].

2.2 Chemické složení sýrů

2.2.1 Bílkoviny

Sýry jsou potravinou vysloveně bílkovinnou (obsahují v průměru 20-35 % bílkovin podle tučnosti sýrů). Proto se nejvíce blíží masu a vejším, které mohou tedy nahradit. Zpravidla jsou sýry na bílkoviny bohatší a lépe stravitelné než maso.

Pokusy bylo prokázáno, že některé aminokyseliny nedovede organismus syntetizovat a že jejich nedostatek způsobuje zdravotní problémy. Tyto aminokyseliny označujeme jako esenciální neboli nezbytné aminokyseliny (valin, leucin, isoleucin, lysin, threonin, methionin, fenylalanin, tryptofan, histidin). Jestliže některá z těchto aminokyselin ve stravě chybí, dochází po určité době k poruše růstu a ubývání na váze. Bílkoviny, které obsahují všechny esenciální aminokyseliny, označujeme jako plnohodnotné. Takovými bílkovinami jsou právě bílkoviny sýrů. Protože se jednotlivé aminokyseliny uvolňují při hydrolyze bílkovin nestejnou rychlostí, má na jejich využití značný vliv i způsob jejich vazby v peptidových řetězcích bílkovin. Ze sýrů jsou tyto aminokyseliny pro tělo zvláště snadno přístupné, neboť zrání sýrů nastává rozklad kaseinu a jednotlivé aminokyseliny jsou ve zralém sýru v rozpustné, volné formě. Ke krytí esenciálních aminokyselin postačí denní porce asi 100 g sýra [3].

2.2.2 Lipidy

Některé sýry mají vysoký obsah nasycených tuků, například čedar jich obsahuje šestkrát víc než roštěnka o stejné váze. Vysoký příjem nasyceného tuku zvyšuje hladinu cholesterolu v krvi a zvyšuje tak riziko vzniku aterosklerózy, hlavní příčiny srdečních chorob a infarktu. Některé sýry ale mají podstatně méně tuku než jiné [10].

2.2.3 Sacharidy

Ze sacharidů se v sýru nachází laktosa. Laktosa z mléka jako suroviny je v sýru obsažena v malém množství a ve většině případů je zcela převedena na kyselinu mléčnou a další pro-

dukty kvašení. Laktosa má příznivý vliv na trávení, protože vazbou vody vyvolává zbobtnání střevního obsahu a podporuje peristaltiku. Hlavní význam laktosy z hlediska fyziologie výživy je v tom, že kyselina mléčná, která vzniká v intestinálním ústrojí mikrobiální činností, zvyšuje resorpci vápníku [7].

2.2.4 Vitaminy

Sýr je bohatým zdrojem vitaminů, zejména vitaminu A a D. V potravinách je vitamin A dosti vzácný, sýry ho však obsahují ve 100 g průměrně 1400 m. j. Vitamin A zvyšuje odolnost vůči nakažlivým chorobám. Vitamin D je nutný pro vstřebávání vápníku, hořčíku a fosforu v tenkém střevě. Není-li přítomen procházejí tyto prvky zažívacím traktem volně. V sýru jsou vitaminy dobře resorbovatelné.

Z dalších vitaminů obsažených v sýru je vitamin B₁ (thiamin), vitamin B₂ (riboflavin), biotin a vitamin B₁₂ (kobalamin) [3].

Většina lidí získává vitamin B₁₂ z masa, ale pro vegetariány je z tohoto hlediska sýr velice důležitý [10].

2.2.5 Minerální látky

Z minerálních látek se v sýru nachází zejména vápník a fosfor. Lze říci, že sýry jsou hlavním zdrojem vápníku potřebného ke stavbě kostí a zubů. Průměrně je ve 100 g sýra 850 mg vápníku [3].

Přičemž člověk by měl denně přijmout průměrně 0,8 – 1g vápníku, těhotná žena 1,5 g a kojící matka až 2 g [11].

Pro tento vysoký obsah vápníku jsou sýry důležitou potravou, hlavně pro rostoucí organismy [3].

Konzumací sýra se snižuje riziko vzniku osteoporózy. Výzkumy prokázaly, že konzumace dostatečného množství vápníku v dětství a dospívání chrání v dospělosti před tímto onemocněním. A právě vápník obsažený v sýru tělo vstřebává mnohem snáz než vápník z jiných potravin [10].

Správný obsah vápníku a fosforu v potravě má dále velký význam pro vlastní metabolismus a pro správné využití živin z potravin při trávení [3].

Tab. 1 Složení sýrů [16]

Typ	Voda (g/100g)	Bílkoviny (g/100g)	Tuk (g/100g)	Sacharidy (g/100g)	Cholesterol (mg/100g)	Energie	
						kcal	kJ
Camembert	50,7	20,9	23,7	stopové množství	75,0	297,0	1232,0
Cheddar	36,0	25,5	34,4	0,1	100,0	412,0	1708,0
Cottage	79,1	13,8	3,9	2,1	13,0	98,0	413,0
Eidam	43,8	26,0	25,4	stopové množství	80,0	333,0	1382,0
Emmental	35,7	28,7	29,7	stopové množství	90,0	382,0	1587,0
Mozzarella	49,8	25,1	21,0	stopové množství	65,0	289,0	1204,0
Ricotta	72,1	9,4	11,0	2,0	50,0	144,0	599,0
Roquefort	41,3	19,7	32,9	stopové množství	90,0	375,0	1552,0

3 MLÉKO

3.1 Biologická a nutriční hodnota mléka

Mléko je významným zdrojem bílkovin, minerálních látek a důležitých vitaminů. Odstředěné mléko má ve srovnání s plnotučným mlékem stejného objemu poloviční kalorickou hodnotu. Obsah většiny dalších živin je stejný [10].

3.2 Mléko jako surovina k výrobě sýrů

Rozhodujícím činitelem při výrobě sýrů je jakost zpracovávaného mléka, která je dána chemickými, fyzikálními a mikrobiálními vlastnostmi mléka [1].

Jedná se především o syřitelnost mléka, tj. schopnost mléka srážet se syřidlem (chymosin, pepsin) za tvorby sýřeniny požadovaných vlastností, mikrobiologickou čistotu a dále obsah bílkovin, tuku a minerálních látek [4].

Další důležitou vlastností mléka je jeho kysací schopnost, tj. schopnost mléka vytvářet vhodné prostředí pro rozvoj a činnost užitečných mikroorganismů, především bakterií mléčného kvašení, a to jak v mléce, tak v čerstvých a zrajících sýrech [1].

Obecné požadavky na mléko pro výrobu sýra tedy jsou:

- syřitelnost,
- kysací schopnost (kvasnost),
- CPM – psychrotrofní mikroorganismy
 - bakterie máselného kvašení
 - bakterie hnilobné a plynotvorné,
- obsah bílkovin [12].

3.2.1 Požadavky na jakost mléka z hlediska jeho chemického složení a fyzikálních vlastností

Při výrobě sýrů nás nejvíce zajímá obsah bílkovin, zvláště obsah kaseinu, neboť na něm a na tučnosti mléka závisí výtěžnost sýrů (množství sýrů vyrobených ze 100 l mléka). Čím tučnější je mléko a čím vyšší je obsah bílkovin v mléce, tím méně mléka se spotřebuje k výrobě 1 kg sýra.

Kromě tuku a bílkovin mají pro výrobu sýrů největší význam rozpustné soli vápenaté, které mají příznivý vliv na syřitelnost mléka a vlastnosti sýřeniny. Další význam má také celkový obsah vápníku, který je důležitý pro vazbu kyseliny mléčné během technologického postupu. To zajišťuje standardní výrobu. Kromě vlivu laktace působí na obsah vápníku v mléce především krmivo. Obsah vápníku v krmivu závisí rovněž na složení půdy [3].

3.2.2 Požadavky na jakost mléka z hlediska mikrobiální čistoty

O jakosti a vhodnosti a vhodnosti mléka k výrobě sýrů z hlediska bakteriologické čistoty rozhoduje nejen počet přítomných mikroorganismů, ale především jejich druh [3].

Čerstvě nadojené mléko nemá obsahovat více než 10 000 mikrobů v 1 ml a pokud možno žádné bakterie hnilobné, máselného kvašení (sporotvorné), plynotvorné.

Pro dodávku do sýrárny je vhodnou surovinou pro výrobu tvrdých sýrů sladké mléko s nezměněnou kyselostí, resp. mléko, jehož kyselost nepřestoupila 7,5 ° SH [1].

Mléko od nemocných krav nebo od krav, kterým jsou podávána antibiotika nesmí být použito pro výrobu sýrů ani jiných mléčných výrobků [15].

4 VÝROBA EIDAMU

4.1 Technologie výroby Eidamu

Výroba Eidamu je založena na enzymatickém srážení mléka pomocí syřidla (chymosin, pepsin). Po přidavku těchto enzymů dochází k rychlému srážení mléka a tento proces má 2 fáze:

1. *primární fáze* – enzymatické štěpení κ -kaseinu stabilizujícího kaseinové micely

2. *sekundární fáze* - srážení micel, které byly v primární fázi destabilizovány

Dochází tedy k rozštěpení peptidové vazby mezi 105. a 106. aminokyselinou (Phenylalanin – Methionin) v κ -kaseinu, kde:

- zbytek 1-105 je para- κ -kasein, který je hydrofobní a má afinitu k ostatním kaseinovým frakcím,
- zbytek 106-169 je κ -kaseinmakropeptid, který je hydrofilní (díky sacharidické složce) a nemá afinitu k ostatním kaseinovým frakcím [20].

Působením syřidla je rozštěpeno cca 80 – 90 % κ -kaseinu, přičemž dochází:

- ke snížení viskozity,
- k disgregaci micel
- a následně ke spojování do nových útvarů [20].

Koagulace kaseinu je jedním z nejdůležitějších kroků v sýrařské výrobě, vedoucí k přeměně tekuté suroviny ve vysoce strukturovanou syřeninu. Principem přeměny je rozpad původních kaseinových micel a jejich následná rekombinace vedoucí k tvorbě více či méně elastických struktur. Efektivní koagulace lze dosáhnout několika způsoby - enzymatickou cestou použitím syřidla, kyselým srážením, tepelným záhřevem spojeným s kontrolou kyselosti či iontové síly, a nejnověji i použitím vysokých hydrostatických tlaků. Používání koagulačních enzymů z různých zdrojů, včetně proteolytických enzymů rostlinného původu

(*Cynara cardunculus*) může ovlivnit jak charakteristiku výsledné sýřeniny tak i následné zračí pochody [21].

Při delším působení syřidla (delším jak 50 minut) již nedochází pouze ke štěpení peptidové vazby para- κ -kaseinu, ale i ve frakcích α - a β -kaseinů. Toto štěpení je pomalé a označuje se jako *terciární fáze*. Tato fáze může být rozsáhlejší při použití jiných proteináz než chymozinu a rychlost jejího průběhu závisí na substrátové specifitě použitého enzymu. V průběhu terciární fáze mohou vzniknout i tzv. *hořké peptidy* a tím může být ovlivněna konzistence i chuť finálního výrobku [20].

Mezi základní technologické procesy při výrobě Eidamu patří:

- úprava mléka před syřením,
- syření,
- zpracování sýřeniny,
- formování sýra,
- solení,
- zrání sýra [5].

4.1.1 Úprava mléka před syřením

Abychom mohli mléko zpracovat pro výrobu sýrů, musíme z něho nejprve působením syřidla získat homogenní sraženinu. Charakter sraženiny (sýřeniny) je dán jakostí zpracovávaného mléka, jeho úpravou před syřením a způsobem syření mléka.

Úprava složení mléka se týká především úpravy tučnosti mléka, aby se dosáhlo standardního obsahu tuku v sušině sýra, a úpravy obsahu rozpustných vápenatých solí po pasteuraci (přídavkem mléčnanu nebo chloridu vápenatého), aby se zlepšila syřitelnost mléka [3].

Kroky prováděné při úpravě mléka před sýřením:

- pastérace,
- standardizace,
- homogenizace,
- přidavek chloridu vápenatého (CaCl_2),
- přidavek látek na urovnání mikrobiologického obrazu,
- úprava teploty sýření,
- Přídavek čisté mlékárenské kultury (ČMK) [12].

4.1.1.1 Přídavek čisté mlékárenské kultury

Přídavek čistých kultur do mléka před sýřením je nutnou podmínkou zdárného průběhu celého technologického procesu. Mezi primární kultury, které zajišťují prokysání mléka i sýrů a uvolňují enzymy, které se podílejí na tvorbě, chuti a vůně v průběhu zrání sýrů, patří především bakterie rodů:

- *Lactococcus*,
- *Lactobacillus*,
- *Streptococcus*.

V první části výroby až po období solení se podílejí laktobacily také na prokysání sýrů. *Lactobacillus casei* pomalu fermentuje laktosu a jeho účinek spočívá především v proteolýze (rozkladu bílkovin) během zrání sýrů [7].

Mezi zástupce rodu bakterií *Lactococcus* patří:

- *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*,
- *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*.

Mezi zástupce rodu *Lactobacillus* patří:

- *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *lactis*,
- *Lactobacillus helveticus*,
- *Lactobacillus acidophilus*,
- *Lactobacillus fermenti*,
- *Lactobacillus brevis*,
- *Lactobacillus casei*,
- *Lactobacillus plantarum*.

Mezi zástupce rodu bakterií *Streptococcus* patří:

- *Streptococcus salivarius* subsp. *thermophilus*.

Uvedené druhy mikroorganismů působí vždy ve vzájemném vztahu, a to buď současně, nebo vedle sebe, přičemž jeden druh připravuje půdu druhému. Při tom zabraňují vývinu škodlivých mikroorganismů, což je velmi důležité z hlediska technologického a zajištění dobré jakosti sýra. Je-li narušena činnost užitečných mikroorganismů, vznikají nejvážnější závady v jakosti sýra. Proto má-li být výroba a zrání sýrů úspěšné, musí být splněny tyto podmínky:

- v sýru musí být přítomny potřebné druhy užitečných mikroorganismů,
- musí jich být dostatečný počet,
- musí působit a uplatnit se v pravý čas.

Tyto podmínky mohou být při výrobě sýrů z pasterovaného mléka splněny jen tehdy, používá-li se jakostních biologicky účinných čistých kultur, v nichž jsou všechny potřebné mikroorganismy zastoupeny, a to ve správném poměru a v potřebném množství, a zachovávají-li se všechny optimální podmínky jejich činnosti a vývoje.

Čisté mlékárenské kultury jsou vyráběny ve specializovaných laboratořích a jsou zasílány buď ve stavu tekutém, nebo suchém. Tekuté kultury mají přednost v tom, že obsahují bakterie v plné síle. Jejich trvanlivost je ale velmi malá a celý obsah musí být po otevření spotřebován najednou. Suché kultury jsou trvanlivější. Z provozního hlediska ale mají nevýhodu, protože bakterie v nich jsou zeslabeny a pře použitím musí být nejprve oživeny několikerým přeočkováním. Zlepšení u suchých kultur bylo dosaženo zavedením lyofilizace (sušení vymrazováním) čistých kultur, které pak s výjimkou směsných kultur nevyžadují před použitím několikerého přeočkování [3].

4.1.2 Sýření mléka

V průmyslové výrobě sladkých sýrů se téměř výhradně používá syřidel živočišného původu [5].

Ke srážení mléka může dojít působením kyseliny mléčné (při pH mléka 4,2 – 4,6 odpovídajícímu izoelektrickému bodu kaseinu) nebo působením syřidlového enzymu vhodným spolupůsobením čistých kultur produkujících kyselinu mléčnou (pH 6,2 – 6,5). (7)

Srážení čili koagulace mléčné bílkoviny – kaseinu – ve vločkovitou polopevnou až pevnou formu se může vyvolat:

- kyselinami (kyselé srážení mléka),
- enzymy (sladké čili syřidlové srážení mléka),
- solemi (tzv. vysolování),
- vazbou se solemi těžkých kovů (síranem měďnatým, octanem olovnatým),
- vysokou teplotou,
- alkoholem,
- elektrickým proudem.

Podle použité metody jsou pak i podstatné rozdíly v získané sraženině. Při výrobě sýrů se používá ke srážení mléčné bílkoviny – kaseinu - jen prvních dvou metod. Ostatních metod se používá jen v laboratořích nebo v jiných průmyslech [3].

4.1.3 Zpracování sýřeniny

Zpracování sýřeniny zahrnuje řadu operací podle jednotlivých typů sýrů zajišťující tvorbu sýrového zrna vhodného pro následné formování. U měkkých sýrů je zpracování sýřeniny jednoduché a postačuje pokrájení sýřeniny a šetrné nalévání do forem. U tvrdých sýrů je zpracování náročné, neboť vyžaduje vlastní krájení, odpouštění syrovátky s příp. napouštěním prací vody, přihřívání a dosoušení. U všech druhů sýrů je rozhodující dodržování standardního časového harmonogramu zpracování včetně průběhu teplotní a kyselostní křivky. Na těchto parametrech spočívá předpoklad dobré a vyrovnané kvality sýrů po uzrání [7].

Zpracování sýřeniny při výrobě sýrů se skládá z těchto technologických operací:

- krájení a harfování sýřeniny,
- míchání sýrového zrna – odpouštění syrovátky a přídavku vody,
- dohřívání,
- dosoušení,
- formování,
- lisování,
- solení.

Během zpracování sýřeniny na zrno odchází ze zrna syrovátka a s ní laktóza, vytvořená kyselina mléčná, rozpustné soli a albumin [1].

4.1.4 Formování sýrů

Formování se provádí ve speciálních tvořítkách, která jsou buď kovová nebo plastová, různého tvaru a velikosti. Jejich plášť je perforovaný (dírkovaný) k usnadnění odtoku syrovátky. Do tvořítka se sýřenina nalévá společně se syrovátkou nebo po odtoku syrovátky mimo tvořítka se sýřenina promíchá nebo se pokrájí a plní do tvořítek [7]. Tvořítka pro větší sýry se vykládají plachetkami, aby se vytvořila uzavřená hladká pokožka a syrovátka lépe odtékala [3].

Odkapávání syrovátky přímo souvisí se správným průběhem kysání, které je v tomto období výroby nejdůležitějším chemicko-biologickým pochodem. Proto se musí v místnosti pro

odkapávání udržovat vhodná teplota 18 – 20 °C, pod tuto hranici nesmí teplota klesnout. Rovněž nesmí být teplota vyšší, aby se kysání neurychlovalo a aby nevznikly nepříznivé podmínky pro rozvoj plynotvorných bakterií přítomných v sýrech při případné reinfekci mléka. Sýry odkapávají 20 – 24 hodin [3].

4.1.5 Solení sýrů

Solení sýrů je velmi důležitým úsekem technologického postupu výroby sýrů. Účelem solení je:

- zlepšit chuť sýra, upevnit jeho povrch vytvořením kůry a zlepšit konzistenci (strukturu) sýrového těsta,
- regulovat odtok syrovátky, a tím obsah vody v sýru (jeho sušinu),
- usměrnit průběh kysání zpomalením až zastavením rozmnožování a činnosti bakterií mléčného kvašení, jakož i zastavit vývoj nežádoucích mikroorganismů v sýrech během zrání,
- regulovat průběh zrání a ztráty na hmotě během zrání [3].

Sýry se převážně solí v solné lázni. Koncentrace je 16 – 23% NaCl, teplota 10 – 15 °C a kyselost se volí podle druhu vyráběného sýra. Solení sýrů probíhá v časovém intervalu několika hodin až dnů (5 dní). V průběhu solení dochází k difúzi NaCl dovnitř sýra a do solné lázně přechází část syrovátky a rozpustných solí.

Po vysolení se sýry ponechávají 1 – 2 dny oschnout a balí se do expedičních obalů (čerstvé sýry) nebo do obalů, ve kterých i zrají, případně se bez obalů dopravují do zracích sklepů (Čedar) [7].

Během solení se vytvářejí v sýrech vrstvy s různým obsahem soli. V povrchové části se koncentruje obsah soli v tzv. solném okruhu, během solení však proniká hlouběji do sýra a to nejprve do tzv. solné zóny a později ještě hlouběji, odvádí ze středu část vody, takže se

snižuje koncentrace soli, nastává jistá výměna látek uvnitř sýra, a proto byla tato vrstva nazvána výměnná zóna [7].

Obsah soli se vyrovnává až v průběhu zrání. Je však důležité, aby k prosolení jádra došlo co nejrychleji, protože jinak je optimální zrání narušeno.

4.1.6 Zrání sýrů

Zrání lze definovat jako veškeré biochemické procesy probíhající v sýrech působením mikrobiálních enzymů, případně syřidlových enzymů [7].

Mezi základní biochemické procesy, ke kterým v průběhu zrání dochází, patří glykolýza, lipolýza a proteolýza [16].

Během zrání získá sýr typickou chuť, vůni, konzistenci a vzhled a to vlivem fermentačních pochodů, jimiž se v podstatě mění tři základní složky mléka:

- mléčný cukr (laktosa),
- bílkovina,
- tuk [7].

Primární rysy zrání jsou charakteristické pro dvě základní složky mléka, proteiny a lipidy. Mnoho produktů primárních reakcí podléhá dalšímu působení a takto vzniklé produkty jsou příčinou charakteristické vůně a chuti sýrů [16].

Rozeznáváme tzv. *předběžné zrání*, kterým rozumíme především prokysání syřeniny, tj. přeměnu laktosy bakteriemi mléčného kvašení v kyselinu mléčnou za současného rozkladu bílkovin. A dále tzv. *vlastní zrání sýrů*, které je charakterizováno rozkladem bílkovin na jednoduché látky a částečně také hydrolýzou tuku v sýrech po vysolení.

Působením mikrobiálních enzymů za spolupůsobení syřidlových enzymů se vytvářejí z bílkovin a částečně z tuku podle druhu vyráběného sýra výrazné chuťové látky s typickou sýrovou vůní a pevná bílá hmota vyrobeného sýra, která je skoro bez chuti a zápachu, se pozvolna mění v žádanou a oblíbenou potravinu [3].

Mléko obsahuje asi 60 původních enzymů, mezi nimi i ty potřebné v průběhu zrání sýrů jako je proteinasa, lipasa, kyselá fosfatasa, xanthin oxidasa. Většina těchto původních enzymů je odolná vůči teplu a plně nebo alespoň částečně přežívá pasteraci.

Mnoho druhů sýrů obsahuje tzv. sekundární mikroflóru, jejíž funkce není okyselovací, ale má nějakou specifickou sekundární funkci. Většinou se jedná o charakteristickou vůni sýrů. V průběhu zrání je možné, že dojde ke změnám vůně. Kyselina mléčná přímo působí na vůni, stejně jako acetát, který ale ve vyšší koncentraci způsobuje spíše zápach než vůni. Na vůni má také vliv laktát a diacetyl.

Na vůni a strukturu sýru významněji působí lipidy a to v několika krocích:

- produkují kyseliny, které mají silnou a charakteristickou vůni. Tyto kyseliny vznikají působením lipas v procesu lipolýzy. V některých druzích sýrů mohou být tyto kyseliny převedeny na další vonné látky, zejména na methylketon a lakton,
- některé tyto kyseliny, zejména nenasycené, podléhají oxidaci za vzniku silně aromatických aldehydů, které způsobují tzv. oxidační žluknutí sýrů,
- tuky mohou pohlcovat z prostředí sloučeniny, které způsobují zápach sýrů.

Existují také tzv. exogenní enzymy, které jsou do sýřeniny přidávány z důvodu urychlení zrání. Obvykle se jedná o proteinasy, popř. peptidasy [16].

Aby byl zajištěn správný průběh zrání procesů, je nutné zajistit vhodné klimatické podmínky a těmi jsou:

- konstantní teplota (12 – 16 °C, nesmí překročit 20 °C – u tvrdých sýrů),
- relativní vlhkost vzduchu (75 – 85% - u tvrdých sýrů),
- výměna vzduchu (nejlépe automaticky řízenou klimatizací).

Teplota je hlavním faktorem, který zajišťuje správný vývoj mikroorganismů a činnost enzymů. Vlhkost určuje výši ztrát a ovlivňuje vlastnosti kůry. Výměna vzduchu zajišťuje požadovanou chemickou čistotu ovzduší a brání zatuchlosti [1].

Biochemické procesy probíhající v sýrech je možné rozdělit do tří základních fází, které na sebe plynule navazují.

- 1) Primární fáze: Dochází k rozkladu laktosy bakteriemi mléčného kvašení za vzniku kyseliny mléčné. Hlavní rozklad laktosy nastává v průběhu formování sýrů, během odkapávání a lisování sýrů je nejintenzivnější.

Pokud není dokysávání dokončeno při lisování, sýry se ukládají po vyjmutí z tvořítek na police do temperované místnosti k dokysání, které bývá dokončeno do 20 – 24 hodin.

Při dokysávání v průběhu solení se používá solná lázeň o vyšší teplotě. K úplnému vymizení laktosy dochází u tvrdých sýrů v prvních dnech zrání.

Vytvořená kyselina mléčná uvolňuje z kaseinu vápník za vzniku mléčnanu vápenatého. Z kaseinu vzniká v konečné fázi monokalciumpropionát, který bobtná ve vodě a roztoku NaCl.

Vytvoření vápenaté soli kaseinu výrazně ovlivňuje slepování sýřeniny a vznik homogenní struktury sýrů. Kyselina mléčná ovlivňuje zastoupení soli v sýrech. V průběhu 24 hodin dochází k přeměně anorganických solí v rozpustné soli, které také ovlivňují výslednou kyselost sýra, po vysolení sýra se pH zvyšuje a v průběhu zrání se pak snižuje.

- 2) Sekundární fáze: Dochází ke snížení kyselosti sýra jednak vazbou kyseliny mléčné a jednak jejím mikrobiologickým rozkladem na kyselinu propionovou (příp. octovou), CO₂ a vodu, případně i další sloučeniny nebo její vazbou na rozkladné produkty bílkovin.

Podle typu sýra dochází k mikrobiologickému rozkladu kyseliny mléčné buď v celé hmotě (typické pro tvrdé sýry, kde se z vytvořeného CO₂ vytvoří typická oka a kyselina propionová) nebo aerobně od povrchu dovnitř mikroflórou na povrchu sýra.

- 3) Terciární fáze: Probíhá proteolýza bílkovin, a to anaerobně v celé hmotě nebo aerobně od povrchu dovnitř. V průběhu zrání dochází k rozkladu mléčných bílkovin. Působením proteolytických enzymů čistých kultur a syřidla se vytvářejí peptidy o vysoké molekulové hmotnosti (obsahují více než 35 aminokyselin). Vysokomolekulární peptidy jsou dále hydrolyzovány na peptidy s nízkou molekulovou hmotností (6 – 15 reziduí aminokyselin) a další proteolýzou vznikají ještě kratší peptidy, dipeptidy a aminokyseliny, případně jsou i aminokyseliny dále degradovány až na amoniak, sirovodík, vodu a další.

Pod pojmem rozsah zrání rozumíme podíl ve vodě rozpustných dusíkatých látek, tj. albumos a peptonů. Rozsah zrání je značný u měkkých sýrů.

Hloubkou zrání rozumíme množství aminokyselin a produktů jejich rozkladu k celkovému dusíku. Hloubka zrání je značná u tvrdých sýrů.

U plísňových sýrů probíhá zároveň s velkým rozsahem i značná hloubka proteolýzy bílkovin. Mléčný tuk podléhá při zrání nejmenším změnám. U plísňových sýrů (zejména s plísní v těstě) dochází k rozkladu mléčného tuku za vzniku methyketonů, které těmto sýrům dodávají typickou chuť a vůni [7].

Za změnu textury sýrů během zrání je zodpovědná proteolýza, která také významně mění chuť sýrů.

Velkým problémem v průběhu zrání je vznik hořké chuti, což je způsobeno kumulací hořkých komponent v peptidových frakcích. Během posledních dvaceti let byla vypracována řada studií, které se tímto problémem zabývaly. Eliminaci hořké chuti v některých druzích sýra je možné řešit přidáním mikroorganismu *Brevibacterium linens*, který je charakteristický vysokou proteolytickou aktivitou a schopností hydrolyzovat hořké peptidy.

Hořkou chuť způsobují peptidy, které obsahují 2 – 23 aminokyselin a některé hořké peptidy vznikající z α_{S1} -, α_{S2} - a β -kaseinu byly izolovány a identifikovány. Například hořký peptid s následující strukturou byl izolován z β -kaseinu: Tyr-Gln-Gln-Pro-Val-Leu-Gly-Pro-Val-Arg-Gly-Pro-Phe-Pro-Ile [28].

Zrání sýrů probíhá ve zracích sklepech. Během zrání se sýry ošetřují (omývání, obracení, propichování sýrů, apod.). Některé sýry zrají v obalech, které slouží i jako expediční obal, nebo pod nátěrem. Doba zrání sýrů se pohybuje od 24 hodin (čerstvé sýry solené), po dobu několika dnů, týdnů až měsíců [7].

Sýrařské zrací sklepy musí být vybaveny vhodnými sloupovými, popřípadě policovými stojany nebo paletami, přepravními prostředky, zařízením pro ošetřování, mytí, konzumní úpravu a balení sýrů [1].

4.1.6.1 Ztráty zráním

Průměrné ztráty zráním a spotřeba litrů mléka na 1 kg sýra jsou stanoveny pro určitou dobu zrání. Jsou-li sýry ve sklepích dlouho při normální teplotě a vlhkosti, vzrůstají ztráty zráním, zvláště u sýrů měkkých a plísňových.

U tvrdých sýrů se ztráty s postupujícím zráním za určité časové období snižují, protože s postupujícím vysycháním sýrů se zvyšuje obsah sušiny sýrů, tím se zpomaluje zrání, zmenšuje vysychání a snižují se také ztráty vznikající zráním [3].

Při zabalení sýrů do cryovacových obalů jsou již ztráty minimální. Po zabalení sýra do cryovacových sáčků, se sáček působením tepla smrští působením tepla až o 50%. Sýr se vloží do sáčku a položí se na pracovní pult svařovacího stroje otevřeným koncem přes svařovací lištu. Po zavření víka vývěva vysaje vzduch a svařovací lišta svaří sáček. Sáček se pak ponoří do lázně o teplotě 85 – 95 °C a tím dojde k pevnému obemknutí baleného zboží. Takto zabalené zboží je chráněno před zkázou, vysycháním a změnou chuti a prodlouží se tak skladovatelnost výrobku [34].

Tab. 2: Průměrné ztráty na váze sýrů v určitých intervalech při normální teplotě a vlhkosti zráních sklepů (nebalené) [3].

Druh sýra	za 14 dní v %	za 1 měsíc v %	za 2 měsíce v %	za 3 měsíce v %
<i>Zlato</i>	2,50	6,00	9,00	---
<i>Eidamská cihla</i>	3,00	6,00	9,00	10,00
<i>Gouda</i>	3,50	6,00	8,00	10,00
<i>Niva</i>	---	4,13	9,28	16,40
<i>Moravský bochník</i>	4,01	6,87	7,93	9,05

4.1.7 Balení a expedice sýrů

Balení sýrů sleduje jejich ochranu před škodlivým vlivem okolí, tj. před znečištěním, světlem, vysycháním, cizími pachy, mikroorganismy, hmyzem, apod. při skladování a distribuci. Dále uděluje obal sýrům estetický vzhled, je částí jeho propagace a určuje velikost porcí [1].

4.2 Mikrobiální změny při výrobě a zrání sýrů

Žádoucí průběh zrání mléka a vývoj potřebných mikroorganismů při výrobním procesu probíhá jen při zpracování dobrého mléka normálního složení. Během syření mléka a dalšího zpracování syřeniny se rychle zvyšuje počet mikroorganismů v mléce a v syřenině. Počet mikroorganismů a jejich činnost usměřujeme technologickým postupem, a to především změnami teplot v jednotlivých fázích výroby a odčerpáváním syrovátky (velikostí sýrového zrna a sušiny sýra).

Solením se další rozvoj mikroorganismů zastavuje, jejich počet se během zrání dále snižuje až na 5 % původního počtu – asi 1 miliardu na 1 g sýra. Z mikroorganismů se však uvolňují jejich enzymy, které při zrání sýrů způsobují rozklad bílkovin, popřípadě i tuku.

Při zrání mléka a v prvních fázích výroby všech druhů sýrů se nejprve uplatňují homofermentativní mesofilní laktokokové formy bakterií mléčného kvašení (*Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*), které dostatečně prokysávají syřeninu při výrobě měkkých a nedohříváných sýrů. U tvrdých sýrů, které jsou přihřívány na vyšší teplotu a mají vyšší sušinu, jsou nutné ke správnému prokysání a pak zrání termofilní streptokoky (*Streptococcus thermophilus*, *Streptococcus faecalis*) a termofilní tyčinkové bakterie mléčného kvašení (*Lactobacillus helveticus*,).

Při zrání tvrdých sýrů jsou důležité laktobacily tvaru krátkých tyčinek (*Lactobacillus casei*). Dále přicházejí v úvahu heterofermentativní mesofilní streptokoky, jako je *Leuconostoc citrovorum*, který kromě cukru využívá rovněž kyseliny citronové, a homofermentativní mesofilní streptokoky, *Lactococcus diacetylactis*, který zkvašuje cukr a kyselinu citrónovou.

Tyto bakterie se používají vždy v kombinaci a aby se získala dobrá chuť a vůně sýrů, je nutno dodržovat správný poměr mezi streptokokovými bakteriemi a tyčinkovými bakteriemi mléčného kvašení, a to 1 : 1 nebo 3 : 2 [3].

4.3 Činitelé určující stupeň prokysání sýra

Pro konzervační účinek je žádoucí, aby tvorba kyseliny mléčné byla co nejrychlejší a v co největším množství. Pro udržení správné struktury, konzistence a průběhu zrání sýrů je

nutno tvorbu kyseliny mléčné udržet v určité hranici, která je pro některé druhy sýrů, např. tvrdé sýry, velmi úzká.

Stupeň prokysání závisí na:

- stupni kyselosti sýřeniny (pH),
- souhrnu látek kyselého charakteru vyskytujících se v sýrovém těstě [3].

Tyto látky se vytvářejí hlavně z parakaseinu (demineralizace sýřeniny a uvolňováním vápníku a fosforu do rozpustné formy), z kyselých fosfátů a volné kyseliny mléčné.

Stupeň prokysání prozatím vyjadřujeme pouze hodnotou pH. Nejnižší hodnota pH, které sýr dosáhne, je u tvrdého sýra zpravidla v tom okamžiku, kdy je všechn mléčný cukr prokvašen, tj. za 7 – 10 dnů, u méně tučných sýrů (do 30% obsahu tuku v sušině) již za 2 dny.

Stupeň prokysání, definovaný jako minimální hodnota pH, závisí na mnoha činitelích, kterými zejména jsou:

- celkové množství vytvořené kyseliny,
- síla (disociační konstanta) vytvořené kyseliny,
- ústojná schopnost sýřeniny (neutralizační působení sýřeniny) [3].

Celkové množství vytvořené kyseliny závisí na obsahu mléčného cukru v sýřenině, což je dáno množstvím zachycené syrovátky. Čím vyšší je obsah syrovátky, tím je vyšší obsah cukru a tím více kyseliny mléčné se může vytvořit.

Disociační konstanta kyseliny. Pro kyseliny přicházejí v úvahu tyto disociační konstanty:

- kyselina mléčná $1,4 \cdot 10^{-4}$,
- kyselina octová $1,8 \cdot 10^{-5}$,
- kyselina propionová $1,4 \cdot 10^{-5}$ [3].

To znamená, že při jinak stejných poměrech ostatních je pH nejnižší v sýru tehdy, je-li v něm jen kyselina mléčná. Nastoupí-li místo ní další kyselina, je pH poněkud vyšší. To znamená, že při heterofermentativním kvašení a zkvašování kyseliny citrónové vznikají

slabší kyseliny a pH určitého množství celkově vytvořené kyseliny bude vyšší, než by bylo při čistém mléčném kysání. To působí na změkčení konzistence sýra.

Zvlášť výrazně se to projeví při pozdějším zrání sýrů. Propionové kvašení má za následek vzrůst množství těkavých kyselin a pokles koncentrace vodíkových iontů vlivem přeměny více disociované kyseliny mléčné na slabší octovou a dále pak na ještě slabší kyselinu propionovou.

Ústojná schopnost sýřeniny je neutralizační působení sýřeniny na kyselinu mléčnou. Tato schopnost je podmíněna dvěma rozličnými druhy látek v sýru a to jsou:

- látky vznikající rozkladem bílkovin a vázané na bílkovinu sýřeniny,
- rozpustné soli kyseliny fosforečné, kyseliny citrónové a uhličitě [3].

Souhrně můžeme říci, že vysokého pH se dosáhne u sladkého mléka, při vysokém obsahu vápníku a fosforu v mléce, nízkém obsahu cukru, pomalé tvorbě kyseliny při výrobě, při nízkém obsahu vody v sýru a heterofermentativním kvašení.

Nízkého pH se dosáhne u zrajícího mléka, při nízkém obsahu vápníku a fosforu v mléce, vysokém obsahu cukru, silné tvorbě kyseliny při vlastní výrobě, při vyšším obsahu vody v sýru a při nadměrném obsahu kyseliny mléčné.

Během zrání sýrů hodnota pH opět stoupá. Rychlost průběhu změn pH při zrání a dosažená výše je dána rychlostí zrání a pak obsahem kyselých substancí v sýru. Čím rychleji se zvyšuje pH, tím rychleji ztrácí sýr svoji konzervační schopnost proti nežádoucím procesům, které zhoršují jeho jakost [3].

4.4 Technologický postup výroby sýra Eidam v mlékárně Kromilk spol. s. r. o Kroměříž

1. Příjem mléka z cisterny do skladovacího tanku (tučnost mléka 1,55%),
2. napuštění mléka do sýřícího tanku,
3. přidavek smetanového zákysu,
4. přidavek přídatných látek (chlorid vápenatý, dusičnan draselný a barvivo),

5. laboratorní kontrola (tučnost, hustota, kyselost mléka),
6. přídavek syřidla, sýření,
7. krájení sýřeniny, odpouštění syrovátky,
8. vytužování,
9. dosoušení (nepřímý ohřev mezipláštěm) – 39 - 41 °C,
10. vypouštění, lisování (postupné zvyšování tlaku),
11. solení – solná lázeň (cca 24 hodin),
12. odkapání,
13. balení do cryovaců,
14. zrání ve zrácích sklepích (min. 3 týdny). [poznatky autora získané při výrobě Eidamu ve společnosti Kromilk spol. s.r.o. Kroměříž].

Požadavky na tržní druhy Eidamské cihly:*Tržní druhy:*

- a) Eidamská cihla s obsahem tuku v sušině 30 %
- b) Eidamský blok s obsahem tuku v sušině 30 %
- c) Eidamská cihla s obsahem tuku v sušině 45 %
- d) Eidamský blok s obsahem tuku v sušině 45 %

Tvar a hmotnost výrobků uváděných do oběhu:

- hranol nebo hranol se zaoblenou horní stěnou o hmotnosti 2 - 3 kg,
- bloček o hmotnosti 300 g,
- plátky o hmotnosti 100 g,
- strouhaný sýr 100 g.

Smyslové požadavky, kterým musí výrobek odpovídat:

(dle podnikové normy výrobce Madeta Řípec)

obal: čistý, neporušený, správně označený,

barva: na řezu smetanově až sýrově žlutá,

vzhled: povrch čistý, blok ve tvaru hranolu, cihla ve tvaru hranolu se zaoblenou horní stěnou,

konzistence: u tržních druhů a), b) tužší, polotvrdá; u tržních druhů c), d) vláčná, pružná (na řezu menší počet dírek nebo bez nich, mírné provzdušnění není na závadu),

chuť a vůně: čistě mléčně nakyslá, slabě hořkomandlová, případně méně výrazně mléčně nakyslá.

Fyzikální a smyslové požadavky:

Tržní druhy A, B:

- deklarovaný obsah tuku v sušině 30,0 %,
- deklarovaný obsah sušiny 50,0 %,
- chlorid sodný nejvýše 2,5 %.

Tržní druhy C, D:

- deklarovaný obsah tuku v sušině 45,0 %,
- deklarovaný obsah sušiny 56,0%,
- chlorid sodný nejvýše 2,5 % [35].

5 VODNÍ AKTIVITA

Vodní aktivita je významný termodynamický parametr, který v potravinářství udává stav vody v produktu, a to hlavně z pohledu jejího vlivu na potencionální biologické, fyzikální a chemické změny. Stanovování jejich hodnot vychází z rovnovážné vlhkosti analyzovaného materiálu v daném prostředí charakterizovaném teplotou a relativní vlhkostí. Aktivita vody se vyjadřuje poměrem parciálních tlaků vodní páry nad potravinou p_w a syté vodní páry $p_w^{\text{“}}$ v okolním vzduchu za stejných podmínek:

$$a_w = p_w / p_w^{\text{“}}$$

kde:

a_w je vodní aktivita (v rozmezí od 0,00 do 1,00),

p_w je parciální tlak vodní páry nad potravinou,

$p_w^{\text{“}}$ je parciální tlak syté vodní páry.

Z definice relativní vlhkosti vzduchu

$$\varphi = (p / p^{\text{“}}) \cdot 100 [\%]$$

je zřejmé, že lze vodní aktivitu vyjádřit jako:

$$a_w = p / p^{\text{“}} = \varphi [\%] / 100$$

kde:

φ je relativní vlhkost v %

Hodnoty vodní aktivity lze též vypočítat z hodnot osmotického tlaku, ale tento postup je značně komplikovaný a pro potravinářskou praxi nepoužitelný.

Z uvedených definic plyne, že hodnoty a_w se pohybují od 0,00, což je látka s nulovým obsahem volné vody, do 1,00, což je hodnota destilované vody [24].

Termín vodní aktivita je de facto vyjádřením osmotického tlaku vody přítomné v surovině. Zkratka a_w znamená „available water“ čili „dosažitelná voda“ pro růst mikroorganismů a aktivitu enzymů.

Hodnoty vodní aktivity a procentuálního obsahu vody jsou dva rozdílné pojmy: procento obsahu vody je pouze ekonomický ukazatel, který nemá lineární vztah ani k vodní aktivitě ani k vypovídacím hodnotám vodní aktivity. Hodnoty vodní aktivity nelze z procentuálního obsahu vody vypočítat.

Vodní aktivita

- je moderní způsob vyjadřování obsahu vody v produktech jako jsou roztoky, suspenze, disperze, kolodia, gely, lotions, tekutá mýdla, krémy, mastě, pasty, zubní pasty a další,
- je ukazatelem trvanlivosti a stálosti výrobků,
- je ukazatelem stálé jakosti výrobků,
- je prostředkem k zajišťování zdravotní nezávadnosti výrobků,
- je vhodným a velmi přesným kriteriem při přejímce surovin, od tekutin až po prachovité látky,
- určuje, zda v produktu dojde nebo nedojde k rozvoji nežádoucí případně patogenní mikroflóry a zda dojde nebo nedojde k aktivitě enzymů znehodnocujících produkt,
- uplatňuje se při řízení a kontrole technologických procesů jako je zahušťování, odpařování, rozpouštění, mísení, tedy hlavně těch, při kterých dochází ke změnám v obsahu vody,
- je vyjadřována v hodnotách od 0,00 (naprosto suchá látka) až po 1,00 (nejvlhčí látka, tj. destilovaná voda) [25].

Tak jako v ovzduší vyjadřujeme relativní vlhkost v %, tak analogicky vnitřní relativní vlhkost látek vyjadřujeme vodní aktivitou a_w .

Hodnoty a_w jsou k relativní vlhkosti definovány rovnicí:

$a_w = \text{relativní vlhkost} / 100$

Vodní aktivita významně ovlivňuje trvanlivost a stálost výrobků [25].

5.1 Význam vodní aktivity

Hlavní význam vodní aktivity z hlediska mikrobiologie spočívá v tom, že určuje, zda v dané potravine může nebo nemůže dojít k pomnožování mikroorganismů. Pro každý druh mikroorganismu je limitní hodnota vodní aktivity různá a můžeme spolehlivě určit, které typy mikroorganismů jsou schopny se pomnožovat. Tak můžeme stanovit, jaká bude trvanlivost výrobku, nebo zda existuje nebezpečí případného zdravotního rizika např. z pomnožování mikrobů rodu *Salmonella*. Stejně tak můžeme z vysokou mírou pravděpodobnosti předpovědět, zda může dojít k nárůstu např. *Clostridium botulinum* v konzervách. Snížením vodní aktivity pod hodnotu 0,94, popřípadě 0,93, můžeme s jistotou určit, že v dané potravine nedojde k tvorbě botulotoxinu .

V případě snížení pod hodnotu 0,92 získáváme rovněž jistotu nepřítomnosti *Listeria monocytogenes*. Jinými slovy řečeno, vodní aktivita je určujícím faktorem trvanlivosti potravin [24].

Aktivita enzymů je, podobně jako je tomu u mikroorganismů, odvislá od vodní aktivity prostředí. Tak např. enzymy rozkládající tuk jsou nejaktivnější při hodnotách a_w 0,99 - 0,98. Při hodnotách a_w 0,60 je aktivita enzymů poloviční a při hodnotách a_w 0,40 je téměř nulová.

Snížení hodnot vodní aktivity lze dosáhnout nikoliv jen pouhým snížením obsahu vody, ale podstatně lépe přidáním ve vodě dobře rozpustných látek, jako je např. glycerin, různé soli, cukry apod. Látky použité pro snížení hodnot a_w jsou u výrobců udržovány v tajnosti jako důležité výrobní tajemství [25].

5.2 Rozdělení potravin podle vodní aktivity

Potraviny se dělí do tří velkých skupin podle hodnot a_w , které ukazuje níže zobrazená tabulka [24].

Tab. 3: Rozdělení potravin podle a_w [24].

Hodnota a_w	Označení potraviny
1,00 – 0,90	Potraviny „velmi vlhké“ HMF – high moisture foods
0,90 – 0,60	Potraviny „středně vlhké“ IMF – intermediate moisture foods
< 0,60	Potraviny „suché“ LMF – low moisture foods

Tab. 4: Hodnoty a_w u vybraných potravin [22].

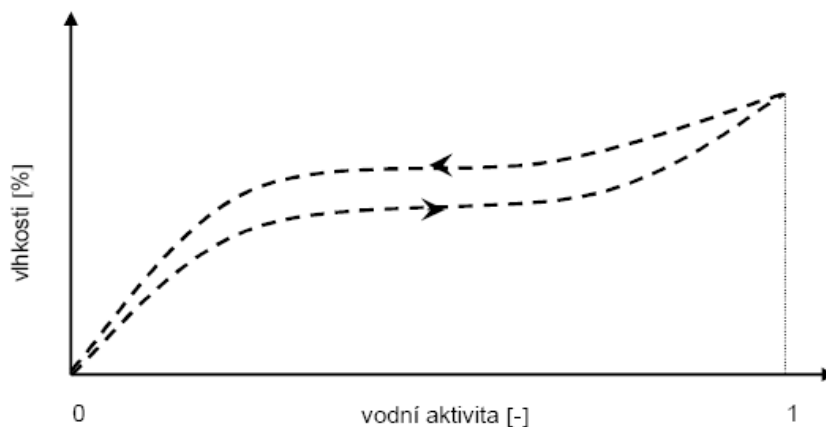
Potravina	a_w
Destilovaná voda	1,00
Voda z vodovodu	0,99
Syrové maso	0,97 – 0,99
Mléko	0,97
Džus	0,97
Vařená slanina	< 0,85
Nasycený roztok NaCl	0,75
Obilniny	0,65
Med	0,5 – 0,7
Sušené ovoce	0,5 – 0,6
Eidam	0,96 – 0,98

5.3 Vztah vodní aktivity k obsahu vody

Vztah hodnot vodní aktivity k obsahu vody v potravine, vyjádřené v hmotnostních % (čili obráceně řečeno k sušine) není lineární. Tento vztah lze vyjádřit sigmoidní křivkou.

Průběh izoterm je odvislý i od toho, zda běží o vysychání – desorpci nebo zvlhčování – adsorpci.

Obr. 3: Vztah mezi adsorpcí a desorpcí vlhkosti, hystereze [24].



5.4 Vliv teploty na vodní aktivitu

Vodní aktivita je závislá na teplotě. Teplota mění vodní aktivitu v důsledku změny vazeb ve vodě, disociaci vody nebo v důsledku změny rozpustnosti látek rozpuštěných v roztoku ve vodě. Pro každou potravinu se vodní aktivita mění s teplotou různě. U některých potravin se vodní aktivita se stoupající teplotou snižuje, u jiných zvyšuje. U potravin s vysokou vlhkostí je tato změna zanedbatelná [23].

Proto je při stanovování a_w vždy nutné uvádět teplotu stanovení. Například u masných výrobků změny a_w při teplotách 20°C – 25°C činí asi 0,003 – 0,005 a_w . K nejdrastičtějším změnám v hodnotách a_w dochází při zmrazování potravin, kdy volná voda mrzne a hodnoty a_w prudce klesají. Pokles a_w je tak výrazný, že mikroorganismy a enzymy ztrácejí svoji aktivitu a za určitých podmínek i životaschopnost [24].

5.5 Enzymatická aktivita a a_w

Na procesy vyvolávané enzymatickou aktivitou, jako je např. hnědnutí potravin, oxidace, lipolýza má vodní aktivita značný vliv. Snižováním nebo úpravou a_w v potravině lze dosáhnout výrazného snížení enzymatických aktivit, a tím i významného prodloužení trvanlivosti potravin [24].

5.6 Mikroorganismy a a_w

Mikroorganismy obsažené v potravinách ovlivňují zásadním způsobem zdravotní nezávadnost a trvanlivost potravin. Pro prodloužení trvanlivosti je dobré a výhodné kontrolovat množství mikroorganismů v potravině. Patogenní a toxinogenní mikroorganismy, tj. takové, které způsobují onemocnění, nebo produkují jedy, je samozřejmě žádoucí z lidského potravního řetězce vytěšňovat, nebo alespoň bránit jejich rozvoji [24].

Mikroorganismy ke svému růstu, pomnožování a tvorbě žádoucích i nežádoucích metabolitů, vyžadují určité podmínky. To se týká jak bakterií, aerobních i anaerobních, tak kvasinek i plísní [24].

Vhodné podmínky pro jejich růst a aktivitu jsou dány několika málo faktory:

- složení potravin,
- a_w ,
- pH.

Mikroorganismy ke svému životu potřebují určité hodnoty a_w . Při nižších hodnotách a_w nerostou a nemohou se pomnožovat, protože nemají dostatek osmotické síly, aby nasály z potravin vodu, kterou potřebují pro svůj život. Každý druh mikroorganismu má určitou limitní hodnotu a_w a pod tuto hodnotu již není schopen růstu ani pomnožování a nemůže ani způsobit např. kažení potravin. Pochopitelně ani není schopen vytvářet toxin [24].

Tab. 5: Limitní hodnoty a_w pro růst bakterií [24].

a_w	Bakterie
0,96	<i>Klebsiella, Shigella</i>
0,95	<i>Pseudomonas fluorescens, Salmonella, E. coli</i>
0,94	<i>Clostridium botulinum, Vibrio parahaemolyticus</i>
0,92	<i>Listeria monocytogenes</i>
0,90	<i>Bacillus subtilis</i>
0,86	<i>Staphylococcus aureus</i>
0,83	<i>Micrococcus</i>
0,75	<i>Halobacterium</i>

Tab. 6: Limitní hodnoty a_w pro růst kvasinek [24].

a_w	Kvasinky
0,92	<i>Pichia</i>
0,90	<i>Saccharomyces cerevisce</i>
0,87	<i>Hansenula Antala</i>
0,82	<i>Candida cacaoi</i>
0,81	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>
0,65	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>

Tab. 7: Limitní hodnoty a_w pro růst plísní [24].

a_w	Plísně
0,96	<i>Rhizopus solani</i>
0,85	<i>Aspergillus clavatus</i>
0,81	<i>Penicillium cyclopium</i> , <i>Penicillium patulum</i>
0,78	<i>Aspergillus flavus</i>

5.7 Sýry a a_w

Obsah vody a vodní aktivity má velký vliv na kvalitu sýra. Největší vliv na a_w mají rozpustné nízkomolekulární látky. Mléčné enzymy, startovací kultury a postupně hydrolyzované sloučeniny mléka a_w snižují. Takové změny jsou relativně malé v čerstvém a měkkém sýru, ale velmi výrazné v polotvrdých a tvrdých sýrech [23].

Protože a_w sýra výrazně ovlivňuje jeho kvalitu, je důležité zařadit měření a_w jako součást technologie výroby do programu HACCP. Ve všech významných podnicích jsou vzorky potravin pravidelně odebírány k analýze, kde je ověřováno, zda je hodnota a_w správná pro kvalitu i zdravotní nezávadnost potravin. Taková analýza může být vyhotovena do 5 minut [22].

II. PRAKTICKÁ ČÁST

6 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

6.1 Cíl diplomové práce

Cílem diplomové práce bylo sledovat, jak se v průběhu zrání sýra Eidam mění hodnoty pH, titrační kyselost, aktivita vody, jak se mění sušina, tuk a jak se mění počet mikroorganismů obsažených v sýru. Předmětem praktické části bylo pomocí chemických a mikrobiálních analýz sestavit křivky kyselosti, které charakterizují změny výše uvedených hodnot v průběhu zrání. Bylo také provedeno senzorické hodnocení sýra Eidam.

6.2 Popis vzorků použitých k chemickým analýzám

K analýzám byly použity vzorky sýra Eidam 30% dodané firmou KROMILK spol. s.r.o. Kroměříž. Byly použity vzorky ze šarže: 7. 10. 2008, 16. 01. 2009, 26. 01. 2009, 2. 02. 2009, 16. 02. 2009. Vzhledem k pozdnímu dodání některých vzorků a také z technických důvodů nejsou analýzy provedeny u všech vzorků ve stejném časovém intervalu.

6.3 Pomůcky a chemikálie použité k analýzám

Pomůcky a chemikálie použité k chemickým a mikrobiologickým analýzám jsou popsány v následujících podkapitolách.

6.3.1 Pomůcky použité k chemickým analýzám

A. Stanovení tuku

- butyrometrická zkumavka,
- kádinka.

B. Stanovení titrační kyselosti

- analytická váha,
- třecí miska,

- byreta,
- stojan.

C. Stanovení sušiny

- analyzátor vlhkosti,
- hliníkové tácky,
- hliníkové misky,
- tyčinky,
- písek,
- předvážky,
- analytická váha,
- sušárna.

D. Stanovení aktivní kyselosti

- vpichový pH metr.

6.3.2 Chemikálie použité k chemickým analýzám

A. Stanovení tuku

- kyselina sírová,
- amylalkohol,
- horká voda.

B. Stanovení titrační kyselosti

- 0,25 mol NaOH

- voda destilovaná
- fenolftalein

6.3.3 Pomůcky použité k mikrobiologickým analýzám

- předvážky,
- pinzeta,
- odměrný válec,
- láhev 400 ml,
- autokláv,
- homogenizátor typu Stomacher,
- mikroténové sáčky,
- Petriho misky,
- pipety,
- termostat.

6.3.4 Chemikálie použité k mikrobiologickým analýzám

- fyziologický roztok,
- etanol,
- glukosa,
- laktosa,
- MRS agar,

- M17 agar,
- ENDO půda,
- VRBA půda,
- půda pro lipolytické mikroorganismy.

6.4 Pracovní postupy a metodiky použité při analýzách

Pracovní postupy a metodiky použité při chemických a mikrobiologických analýzách jsou popsány v následujících podkapitolách.

6.4.1 Stanovení sušiny sýra

Princip:

Sušina se stanoví vážkově po dokonalém odpaření vody s použitím nasávací hmoty (mořského písku) nebo technickou metodou pomocí analyzátoru vlhkosti Mettler Toledo.

Pracovní postup:

Vážková metoda:

Do hliníkové vysoušečky s tyčinkou se nasype 20 – 25 g písku a vysoušečka se zváží na analytických vahách. Z dobře homogenizovaného vzorku sýra se odváží asi 5 g a tyčinkou se promíchá s pískem. Hliníková vysoušečka se vloží do sušárny vyhřáté na 50 – 60 °C. Po asi 15 minutách se vysoušečka vyjme a obsah se opatrně promíchá a opět vloží do sušárny. Po 30 minutách se opět vzorek důkladně promíchá. Další sušení se již provádí za teploty 105 °C. Po hodině sušení při teplotě 105 °C se vysoušečka vyjme, vloží do exsikátoru a nechá vychladnout. Zváží se a znovu se vloží na 30 minut do sušárny. Pak se provede opakované zvažení. Při zjištění znatelného poklesu je nutné ještě dál sušit až do dosažení konstantní hmotnosti. Při nepatrném poklesu (nejvýše 0,003 g) se pokládá zjištěná hmotnost již za stálou.

Výpočet:

Sušinu sýra v % vypočteme ze vztahu:

$$\text{sušina} = (m_2 - m_1) / n * 100$$

kde m_2 – hmotnost vysoušečky se vzorkem sýra po sušení [g]

m_3 – hmotnost vysoušečky s pískem [g]

n – navážka vzorku [g] [27].

Technická metoda:

Přístroj se nejprve kalibruje. Na hliníkovou misku v přístroji se naváží 1,100 g vzorku sýra a stiskneme tlačítko START. Sušina se stanovuje při teplotě cca 130 °C Během 5 minut se na displeji zobrazí sušina sýra v %.

Obr. 4: Analyzátor vlhkosti



6.4.2 Stanovení titrační kyselosti sýra

Princip:

Titrační kyselost představuje počet ml odměrného roztoku hydroxidu sodného o koncentraci $0,25 \text{ mol.l}^{-1}$ potřebného k neutralizaci 100 g sýra.

Pracovní postup:

Do porcelánové třecí misky se odváží s přesností 0,01 g asi 10 g zkoušeného sýra. Přidá se fenolftalein a titruje se za stálého míchání tloučkem roztokem NaOH o koncentraci 0,25 mol.l⁻¹ do růžového zbarvení, stálého 1 minutu.

Výpočet:

Titrační kyselost sýra v ml NaOH o koncentraci 0,25 mol.l⁻¹ na 100 g se vypočítá podle vztahu:

$$\text{titrační kyselost} = (a \cdot c) / (n \cdot 0,25) \cdot 100$$

kde a – spotřeba odměrného roztoku NaOH [ml]

c – přesná koncentrace odměrného roztoku NaOH

n – navážka [g] [27].

6.4.3 Stanovení aktivní kyselosti sýra**Princip:**

Aktivní kyselost je dána koncentrací noniových iontů v měřeném vzorku sýra. Vyjadřuje se v hodnotách pH. Měří se pH – metrem.

Pracovní postup:

pH analyzovaného vzorku se změří nakalibrovaným vpichovým pH – metrem při teplotě 20 °C. pH sýra můžeme změřit také z jeho vodního výluhu připraveného rozetřením 10 g sýra se 30 ml destilované vody přidávané po částech [27].

Obr. 5: Vpichový pH metr



6.4.4 Stanovení vodní aktivity

Princip:

Vodní aktivita je významný termodynamický parametr, který v potravinářství udává stav vody v produktu, a to hlavně z pohledu jejího vlivu na potencionální biologické, fyzikální a chemické změny. Stanovování jejich hodnot vychází z rovnovážné vlhkosti analyzovaného materiálu v daném prostředí charakterizovaném teplotou a relativní vlhkostí. Vodní aktivita vzorku sýra je měřena v přístroji LabMaster - a_w

Pracovní postup:

Příslušný vzorek se naplní do misky na vzorky. Miska musí být dobře zaplněná, ale vzorek nesmí přesahovat výšky krajů misky. Vzorek se nesmí stlačovat. Čím je povrch vzorku větší, tím je měření rychlejší a přesnější. Mistička se vzorkem se přenese do měřící komůrky (na levé straně). Poklop přístroje se uzavře a tím se zahájí proces měření. Během celého procesu se na displeji zobrazují hodnoty a_w a teploty vzorku, až do ukončení měření – tj. naplnění prostoru vodními parami odpovídajícími hodnotám a_w vzorku a až do ustálení teploty vzorku.

Pro urychlení měření se doporučuje vkládat další vzorek do přípravné komůrky. Tím se minimalizují teplotní rozdíly mezi vzorkem a nastavenou (požadovanou) teplotou. Přípravná komůrka neměří, ale upravuje ve vzorku teplotu [26].

Obr. 6: LabMaster – aw [25]



6.4.5 Stanovení tuku

Princip: vzorek se rozruší kyselinou, uvolněný tuk se odloučí odstředěním a jeho objem se odečte na stupnici butyrometru.

Pracovní postup:

Do butyrometru se odměří x ml H_2SO_4 a 3,0 g vzorku, za občasného protřepávání rozpouštíme v horké lázni dokud se obsah nezbarví do tmavě fialova. Potom se přidá 1 ml amylalkoholu a doplní H_2SO_4 po rysku butyrometru, zazátkuje a vloží se na několik minut do odstředivky. Po odstředění se obsah tuku odečte na stupnici butyrometru.

Výpočet:

- údaj na stupnici butyrometru udává přímo množství tuku v %
- odečítá se s přesností na 0,25 %

6.4.6 Příprava půd pro mikrobiologické analýzy

Charakteristika používaných půd:

MRS:

Málo selektivní půda ke kultivaci a stanovení počtu laktobacilů z dutiny ústní, střevního obsahu a z potravin [29].

Živná půda MRS obsahuje polysorbát, acetát, hořčík a mangan, které jsou růstovými faktory pro bakterie rodu *Lactobacillus* a dále obsahuje bohatou směs živných komponentů. Protože tato média mají velmi nízký stupeň selektivity, mohou na MRS agaru růst i mikroorganismy rodu *Pedococcus* a některé druhy rodu *Leuconostoc*.

Misky a zkumavky naplněné živnou půdou MRS jsou číré a hnědé. [30].

M17:

M17 agar se používá ke zjištění počtu laktokoků v jogurtu, sýru a v dalších potravinách. Živná půda M17 obsahuje uhlíkaté a dusíkaté sloučeniny, vitaminy a minerály [31].

VRBA:

Živná půda VRBA se používá jako standardní médium ke stanovení počtu koliformních bakterií v mléce a mléčných výrobcích[29].

Tato živná půda obsahuje pepton, který zajišťuje přísun uhlíkatých a dusíkatých sloučenin, které jsou důležité pro růst mikroorganismů [31].

MPA:

Univerzální živná půda, která se používá ke stanovení počtu méně náročných mikroorganismů [32].

Obvykle se používá jako základ pro přípravu složitějších půd [33].

A. MRS agar + 0,5% glukosy:

26,8 g / 400 ml + 2 g glukosy

B. M17 agar + 0,5% laktosy

15,7 g / 400 ml + 2 g laktosy + 3,5 g agar

C. Lipolytické mikroorganismy

12,8 g / 400 ml

Po smíchání výše uvedených směsí se láhve s mírně povoleným uzávěrem vloží do autoklávu na cca 80 minut a poté se nalévají na předem připravené Petriho misky a nechají se ztuhnout do druhého dne v sušárně.

6.4.7 Očkování vzorku na půdy

Pracovní postup:

Z vnější i z vnitřní vrstvy vzorku sýra se sterilně odebere 5 g, přidá se 45 ml fyziologického roztoku a 5 minut se nechá třepat v homogenizátoru Stomacher. Po 5 minutách je získáno ředění 10^{-1} . Dále se připraví ředění 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} tak, že z ředění 10^{-1} se odebere 0,5 ml a k tomuto množství se přidá 4,5 ml fyziologického roztoku a získá se tak ředění 10^{-2} . Obdobně se pokračuje až do ředění 10^{-4} . Z každého ředění odebereme 0,1 ml a sterilně očkujeme na připravené půdy (2 misky od každého ředění).

6.4.8 Gramovo barvení

Gramovo barvení je jednoduchá metoda barvení o několika krocích, která ve svém výsledku rozliší bakterie na dvě velké skupiny lišící se v uspořádání buněčné stěny: grampozitivní a gramnegativní bakterie.

Pracovní postup:

Základní kroky:

- fixace vzorku (nad plamenem, barvení mrtvých buňek dává lepší výsledky),
- barvení krystalickou violetí,
- fixace obarvení Lugolovým roztokem,
- odbarvení acetonem,
- barvení safraninovým roztokem [22].

7 VÝSLEDKY A DISKUSE

7.1 Aktivní kyselost

V průběhu zrání sýra Eidam byly měřeny hodnoty pH a bylo sledováno, jak se tyto hodnoty mění s dobou zrání. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce a následně vyneseny do grafu.

Identifikace vzorků:

vzorek 1: vyroben 07. 10. 2008

vzorek 2: vyroben 07. 10. 2008

vzorek 3: vyroben 02. 02. 2009

vzorek 4: vyroben 02. 02. 2009

vzorek 5: vyroben 02. 02. 2009

vzorek 6: vyroben 02. 02. 2009

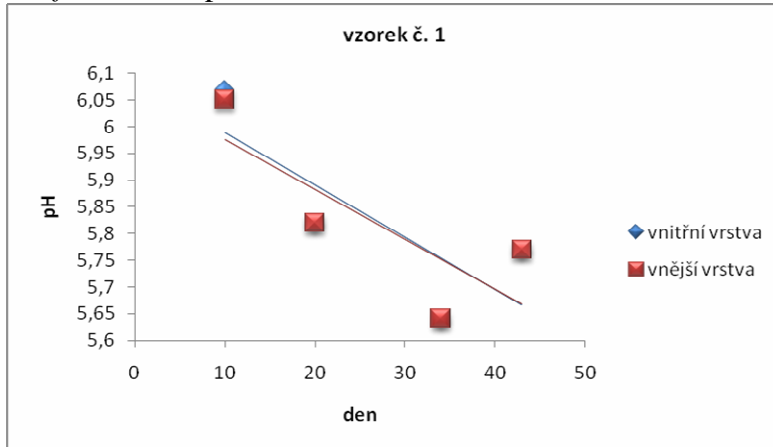
Tab.8: Hodnoty pH v průběhu zrání

č. vzorku	stáří vzorku [den]	pH	
		vnitřní vrstva	vnější vrstva
1.	10	6,07	6,05
	20	5,82	5,82
	34	5,64	5,64
	43	5,77	5,77
2.	10	6,11	6,09
	20	5,83	5,83
	34	5,66	5,66
	43	5,79	5,79
3.	1	6,18	6,18
	4	6,03	5,98
	8	5,97	5,96
	11	5,97	5,96
	16	5,96	5,93
	22	5,91	5,91
	29	5,80	5,94
4.	1	6,16	6,15
	4	6,00	5,99
	8	5,97	5,95
	11	5,95	5,94
	16	5,95	5,95
	22	5,93	5,93
	29	5,79	5,76
5.	1	6,18	6,17
	4	6,08	6,00
	8	5,94	5,95
	11	5,92	5,94
	16	5,95	5,94
	22	5,92	5,92
	29	5,87	5,90
6.	1	6,15	6,15
	4	6,03	6,00
	8	5,98	5,96
	11	5,96	5,95
	16	5,94	5,94
	22	5,92	5,92
	29	5,80	5,95

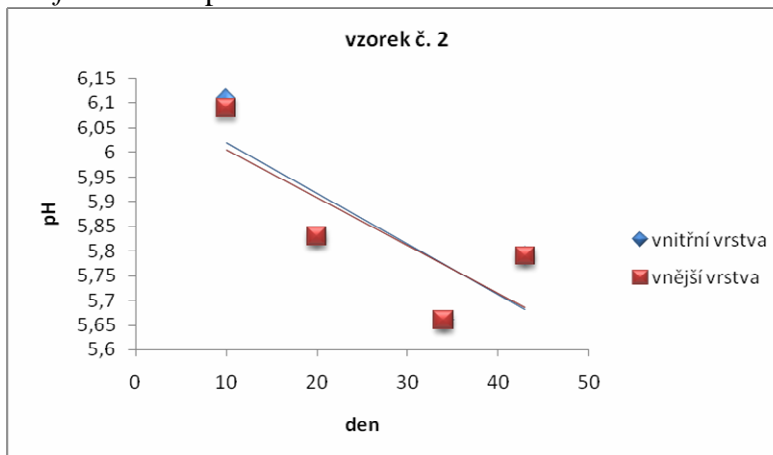
Z naměřených výsledků lze vidět, že hodnota pH s dobou zrání klesá. Ve vnitřní vrstvě sýra bylo pH vždy o něco vyšší než ve vnější vrstvě. To může být dáno vysokým obsahem soli ve vnější vrstvě, kde sůl tvoří tzv. solný prstenec a v průběhu zrání se sůl rovnoměrně do-

stává do celé vrstvy sýra, tím se solný prstenec zmenšuje a pH ve vnitřní i vnější vrstvě se vyrovnává.

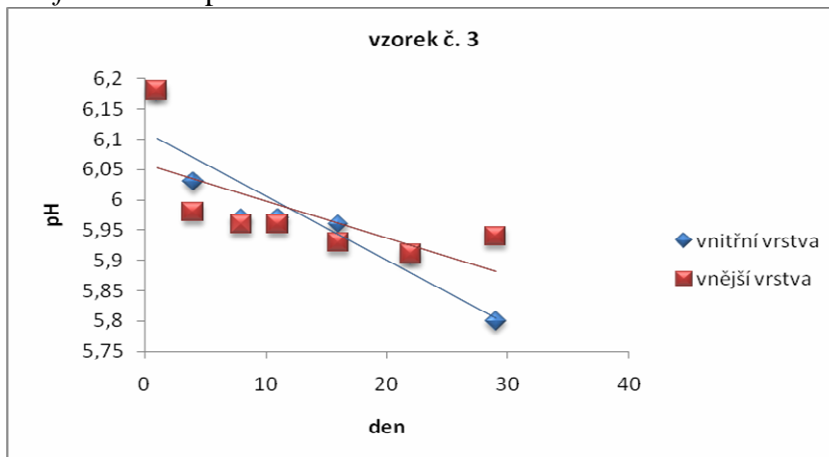
Graf 1: Změna pH u vzorku č. 1



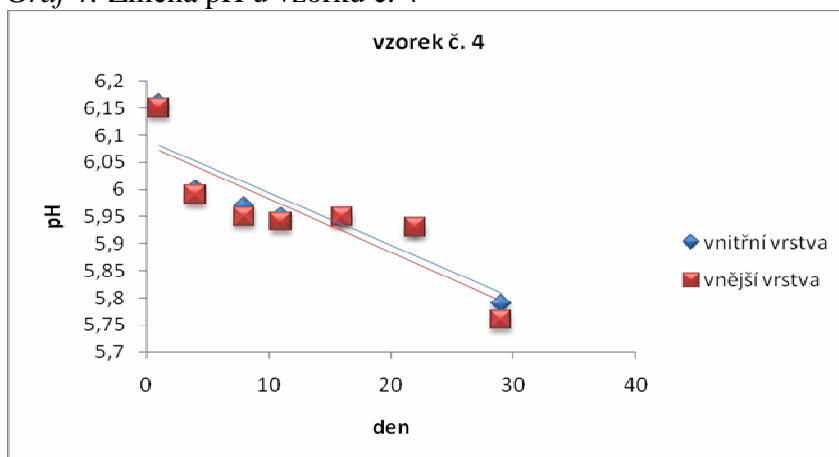
Graf 2: Změna pH u vzorku č. 2



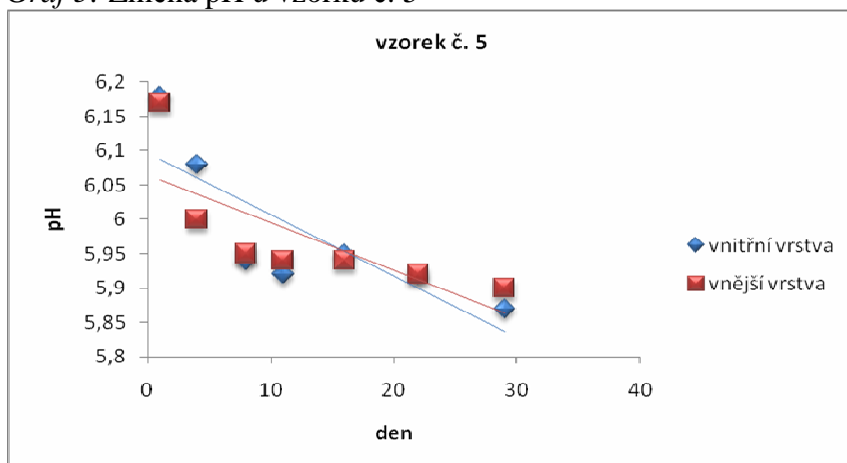
Graf 3: Změna pH u vzorku č. 3



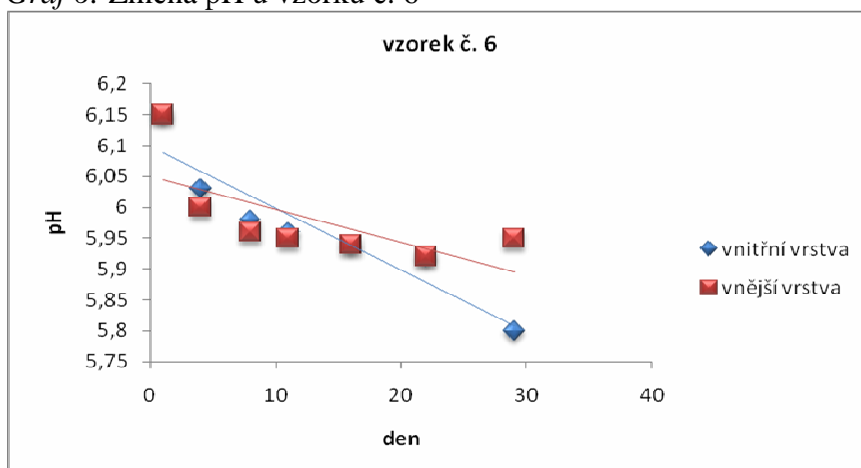
Graf 4: Změna pH u vzorku č. 4



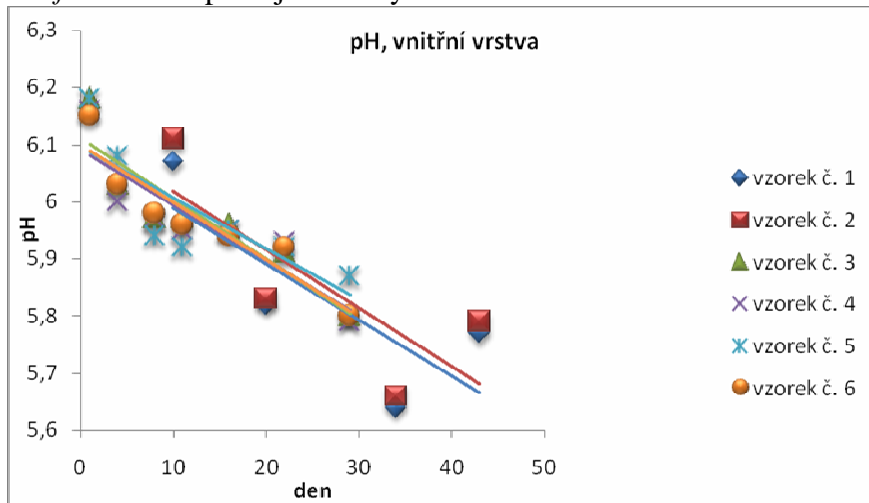
Graf 5: Změna pH u vzorku č. 5



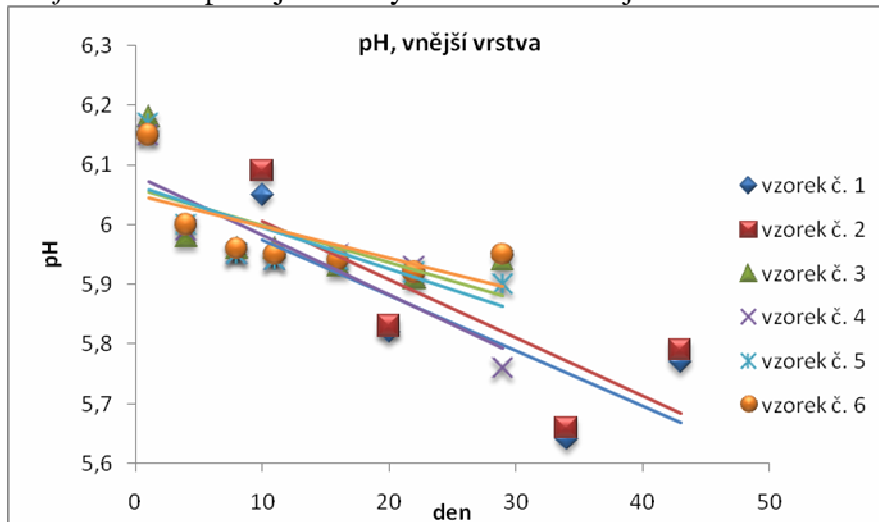
Graf 6: Změna pH u vzorku č. 6



Graf 7: Změna pH u jednotlivých vzorků ve vnitřní vrstvě



Graf 8: Změna pH u jednotlivých vzorků ve vnější vrstvě



7.2 Titrační kyselost

V průběhu zrání sýra Eidam byla stanovována titrační kyselost a bylo sledováno, jak se tyto hodnoty mění s dobou zrání. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce a následně vyneseny do grafu.

Identifikace vzorků:

vzorek 1: vyroben 07. 10. 2008

vzorek 2: vyroben 07. 10. 2008

vzorek 3: vyroben 02. 02. 2009

vzorek 4: vyroben 02. 02. 2009

vzorek 5: vyroben 02. 02. 2009

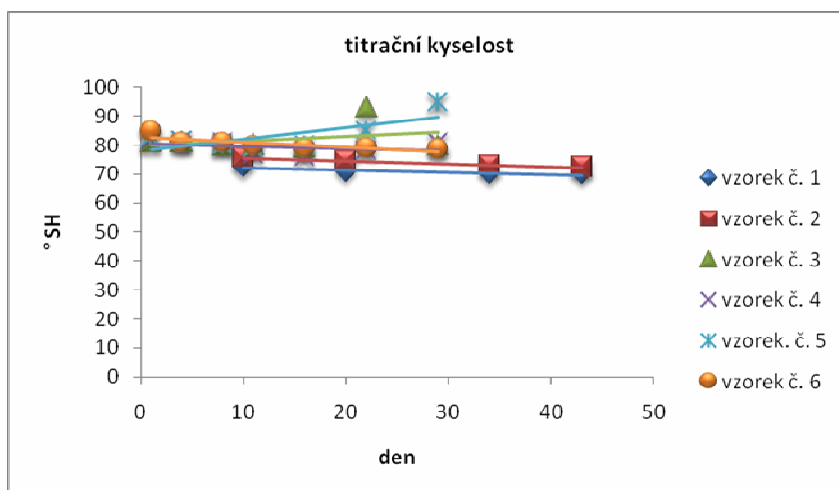
vzorek 6: vyroben 02. 02. 2009

Tab. 9: Změna titrační kyselosti u vzorků sýra s dobou zrání.

č. vzorku	stáří vzorku [den]	• SH
1.	10	72,30
	20	71,00
	34	70,00
	43	70,00
2.	10	75,70
	20	74,80
	34	73,00
	43	72,50
3.	1	81,00
	4	81,00
	8	80,00
	11	79,99
	16	78,92
	22	92,95
	29	79,83
4.	1	81,50
	4	81,50
	8	80,92
	11	77,02
	16	75,95
	22	78,15
	29	80,99
5.	1	82,71
	4	81,50
	8	80,04
	11	78,97
	16	79,94
	22	85,08
	29	94,87
6.	1	84,92
	4	81,00
	8	81,00
	11	79,80
	16	79,00
	22	78,96
	29	78,75

Z naměřených výsledků lze vidět, že titrační kyselost s dobou zrání klesá, ale jen nepatrně. K daleko většímu poklesu titrační kyselosti dochází např. u tvarohu. U vzorků č. 3 a č. 5 docházelo ke konci zrání ke zvýšení titrační kyselosti, což může být důsledek opoždění prokysávací činnosti.

Graf 9: Změna titrační kyselosti u jednotlivých vzorků sýra s dobou zrání.



7.3 Aktivita vody

V průběhu zrání sýra Eidam byla stanovována aktivita vody a bylo sledováno, jak se tyto hodnoty mění s dobou zrání. Výsledky jsou zaznamenány v tabulce a následně vyneseny do grafu.

Identifikace vzorků:

vzorek 1: vyroben 16. 01. 2009

vzorek 2: vyroben 16. 01. 2009

vzorek 3: vyroben 16. 01. 2009

vzorek 4: vyroben 02. 02. 2009

vzorek 5: vyroben 02. 02. 2009

vzorek 6: vyroben 02. 02. 2009

vzorek 7: vyroben 16. 02. 2009

vzorek 8: vyroben 16. 02. 2009

vzorek 9: vyroben: 16. 02. 2009

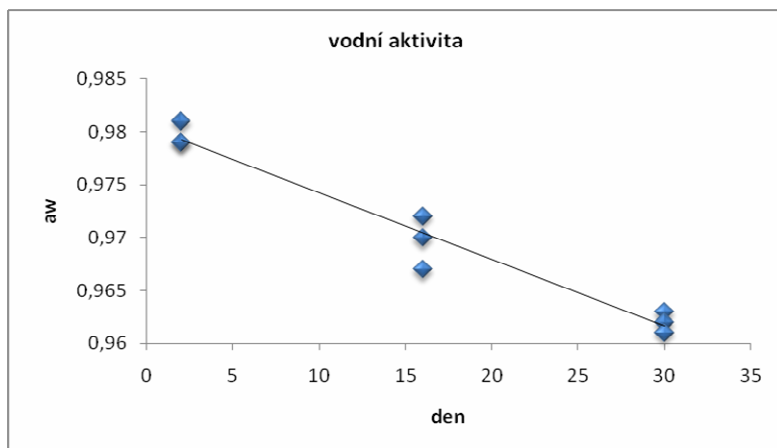
Vodní aktivita byla u všech vzorků naměřena dne 17. 02. 2009 a ze získaných dat byla vytvořena tabulka a graf.

Tab. 10: Vodní aktivita u různě starých vzorků sýra.

vzorek č.	stáří vzorku	a_w
1.	30 dní	0,962
2.	30 dní	0,963
3.	30 dní	0,961
4.	16 dní	0,970
5.	16 dní	0,967
6.	16 dní	0,972
7.	2 dny	0,979
8.	2 dny	0,979
9.	2 dny	0,981

Z naměřených výsledků lze vidět, že vodní aktivita s dobou zrání klesá a to je důkaz toho, že v průběhu zrání dochází k odparu vody.

Graf 10: Vodní aktivita u různě starých vzorků sýra



7.4 Obsah tuku

V průběhu zrání sýra Eidam byl stanoven celkový obsah tuku a obsah tuku v sušině. Bylo zjištěno, že v průběhu zrání se obsah tuku neměnil a po celou dobu byl obsah celkového tuku 15 % .

7.5 Obsah sušiny

V průběhu zrání sýra Eidam byl sledován obsah sušiny u jednotlivých vzorků. Ke stanovení sušiny byla použita vážková metoda i metoda technická pomocí analyzátoru vlhkosti Mettler Toledo. Naměřené hodnoty jsou zapsány v tabulce a znázorněny graficky.

Identifikace vzorků (vážková metoda):

vzorek 1: vyroben 07. 10. 2008

vzorek 2: vyroben 07. 10. 2008

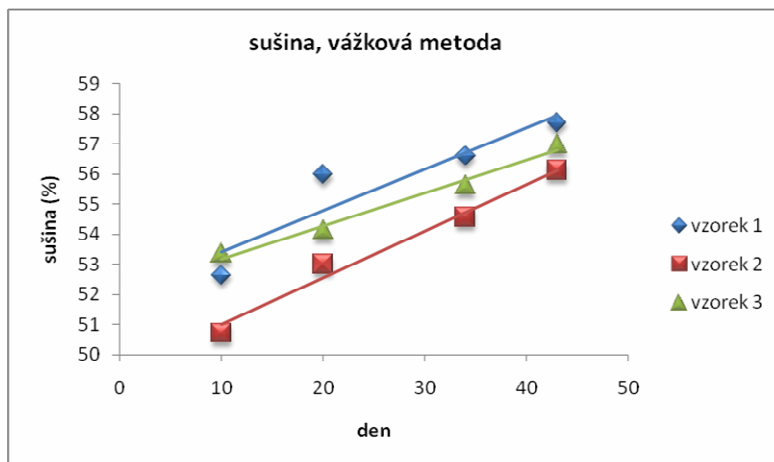
vzorek 3: vyroben 07. 10. 2008

Tab. 11: Změna sušiny sýra v průběhu zrání (vážková metoda).

č. vzorku	stáří vzorku [den]	sušina [%]
1.	10	52,63
	20	55,98
	34	56,59
	43	57,70
2.	10	50,72
	20	53,00
	34	54,55
	43	56,11
3.	10	53,35
	20	54,12
	34	55,63
	43	56,98

Z naměřených hodnot je zřejmé, že se obsah sušiny s dobou zrání zvyšuje a to jak při stanovení vážkovou metodou, tak při stanovení technickou metodou.

Graf 11: Změna sušiny sýra v průběhu zrání (vážková metoda).



Identifikace vzorků (technická metoda):

vzorek 1: vyroben 02. 02. 2009

vzorek 2: vyroben 02. 02. 2009

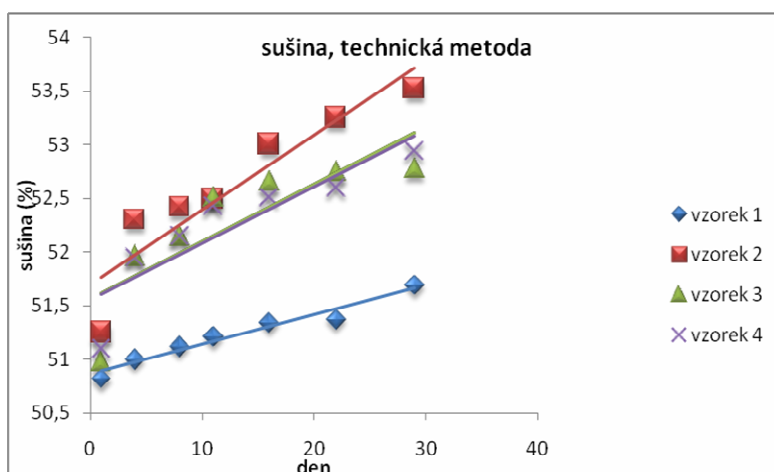
vzorek 3: vyroben 02. 02. 2009

vzorek 4: vyroben 02. 02. 2009

Tab. 12: Změna sušiny sýra v průběhu zrání (technická metoda).

č. vzorku	stáří vzorku [den]	sušina [%]
1.	1	50,82
	4	51,00
	8	51,12
	11	51,21
	16	51,34
	22	51,37
	29	51,69
	2.	1
4		52,30
8		52,42
11		52,49
16		53,00
22		53,25
29		53,52
3.		1
	4	51,96
	8	52,15
	11	52,51
	16	52,66
	22	52,75
	29	52,78
	4.	1
4		51,95
8		52,15
11		52,43
16		52,51
22		52,60
29		52,94

Graf 12: Změna sušiny sýra v průběhu zrání (technická metoda).



7.6 Mikrobiologická analýza

Mikrobiologická analýza byla provedena v různě starém vzorku sýra ve vnitřní i vnější vrstvě. Výsledky jsou zapsány v následujících tabulkách:

Tab. 13: Nevysolený vzorek (stáří vzorku: 2 dny)

Vrstva	MRS (10^{-4})	M17 (10^{-4})
vnitřní	$4,00 * 10^5$	---
vnější	$2,37 * 10^6$	$1,83 * 10^6$

Tab. 14: Vysolený vzorek (stáří vzorku: 4 dny)

Vrstva	MRS (10^{-4}) [CFU/g]	M17 (10^{-4}) [CFU/g]
vnitřní	$9,50 * 10^5$	$8,00 * 10^5$
vnější	---	$2,00 * 10^5$

Tab. 15: Vysolený vzorek, vnější vrstva (stáří vzorku: 15 dní)

půda	CFU/g
MRS	$2,74 * 10^6$
MRS + mléko	$3,19 * 10^6$
M17	$1,43 * 10^6$
M17 + mléko	$1,51 * 10^6$
Lipolytické	$2,83 * 10^4$
VRBA	$6,65 * 10^3$

Tab. 16: Vysolený vzorek, vnitřní vrstva (stáří vzorku: 15 dní)

půda	CFU/g
MRS	$1,13 * 10^7$
MRS + mléko	$2,74 * 10^7$
M17	$4,11 * 10^7$
M17 + mléko	$3,00 * 10^7$
Lipolytické	$1,05 * 10^3$
VRBA	$5,20 * 10^3$

Tab. 17: Vysolený vzorek, vnitřní vrstva (stáří vzorku: 36 dní)

půda	CFU/g
M17	$1,23 * 10^7$
MPA	$3,98 * 10^6$

Tab. 18: Vysolený vzorek, vnitřní vrstva (stáří vzorku: 48 dní)

půda	CFU/g
<i>MRS</i>	$1,08 * 10^6$
<i>MRS + mléko</i>	$1,32 * 10^6$
<i>M17</i>	$1,64 * 10^7$
<i>M17 + mléko</i>	$1,56 * 10^7$
<i>Lipolytické</i>	$8,59 * 10^6$

Tab. 19: Vysolený vzorek, vnější vrstva (stáří vzorku: 48 dní)

půda	CFU/g
<i>MRS</i>	$5,74 * 10^6$
<i>MRS + mléko</i>	$8,30 * 10^5$
<i>M17</i>	$1,45 * 10^6$
<i>M17 + mléko</i>	$1,48 * 10^6$
<i>Lipolytické</i>	$1,20 * 10^5$

Tab. 20: Vysolený vzorek, vnitřní vrstva (stáří vzorku: 30 dní)

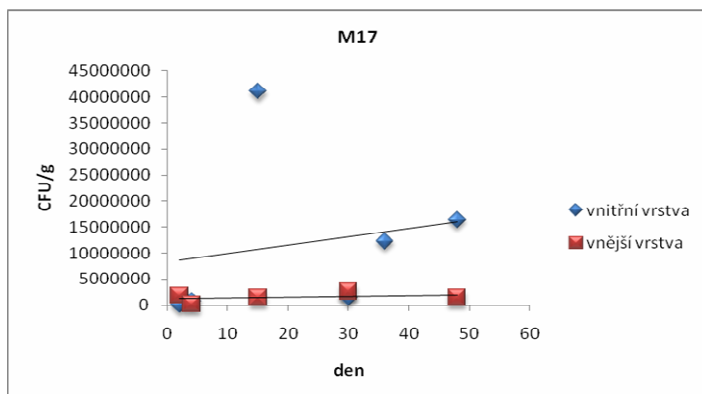
půda	CFU/g
<i>M17</i>	$1,50 * 10^6$
<i>MRS</i>	$7,20 * 10^6$

Tab. 21: Vysolený vzorek, vnější vrstva (stáří vzorku: 30 dní)

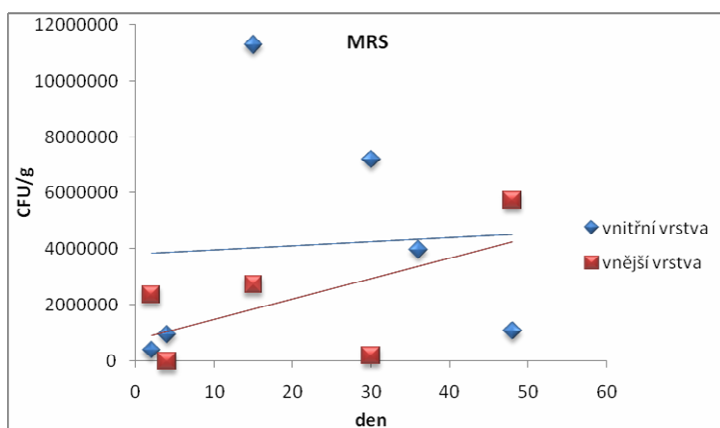
půda	CFU/g
<i>M17</i>	$2,60 * 10^6$
<i>MRS</i>	$2,00 * 10^5$

Ze získaných výsledků je patrné, že počet mikroorganismů se s dobou zrání zvyšuje. Z grafu lze vidět, že k daleko většímu nárůstu mikroorganismů dochází ve vnitřní vrstvě, což je dáno tím, že ve vnější vrstvě je vysoký obsah soli, který brání rozvoji mikroorganismů. Z grafu č. 13 lze také vidět, jak prudce klesne počet mikroorganismů ve vnější vrstvě po vysolení, kdy sůl blokuje růst mikroorganismů.

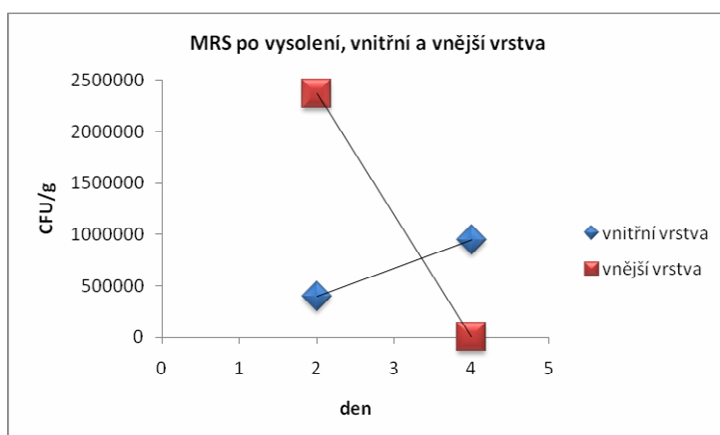
Graf 13: Změna počtu mikroorganismů s dobou zrání na půdě M17, vnitřní vrstva, vnější vrstva.



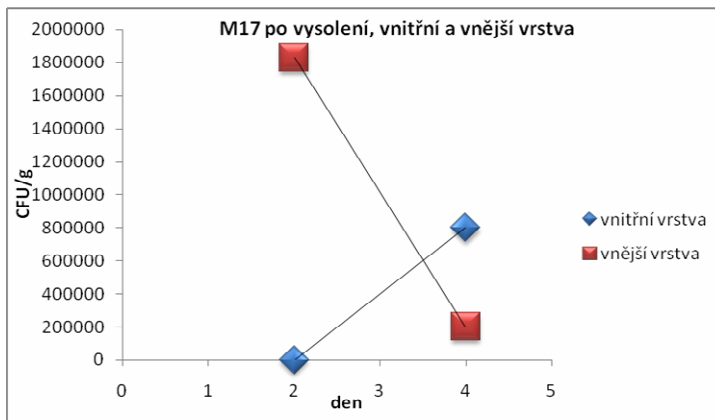
Graf 14: Změna počtu mikroorganismů s dobou zrání na půdě MRS, vnitřní vrstva, vnější vrstva.



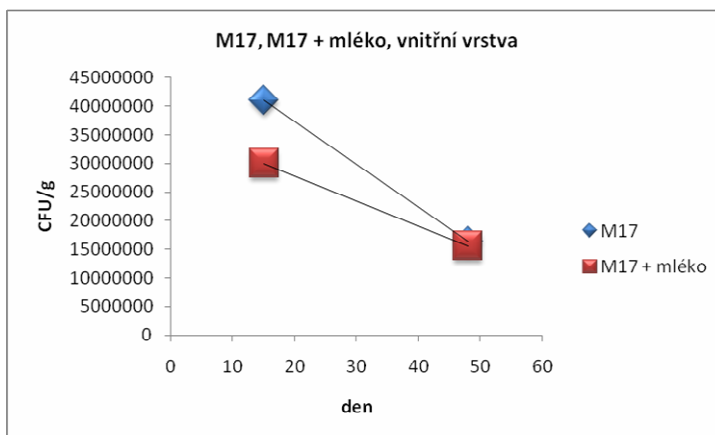
Graf 15: Změna počtu mikroorganismů po vysolení sýra na půdě MRS, vnitřní a vnější vrstva.



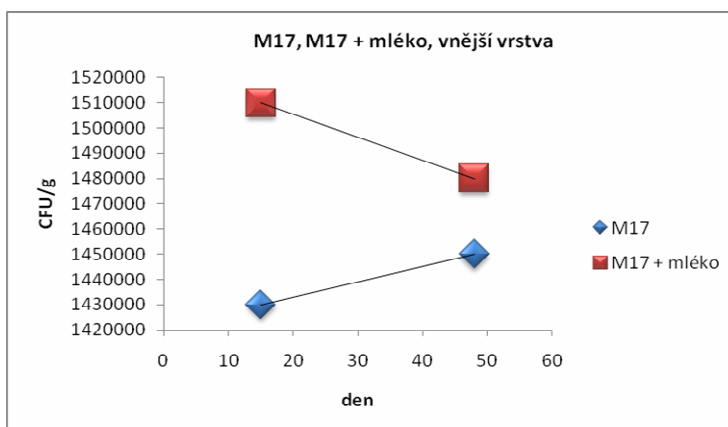
Graf 16: Změna počtu mikroorganismů po vysolení sýra na půdě M17, vnitřní a vnější vrstva.



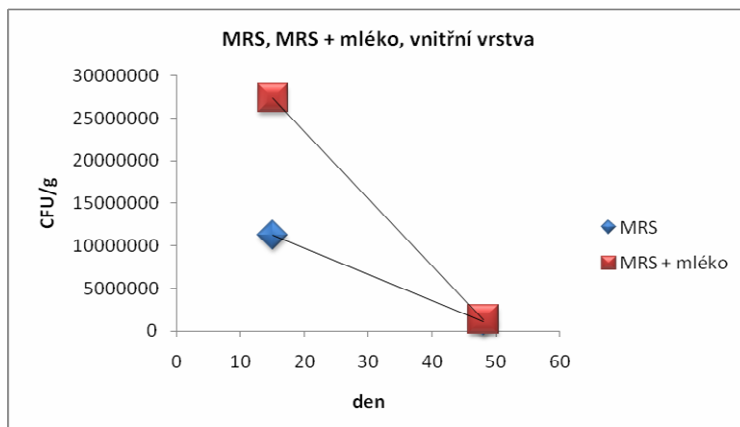
Graf 17: Změna počtu mikroorganismů na půdě M17 a M17 + mléko, vnitřní vrstva.



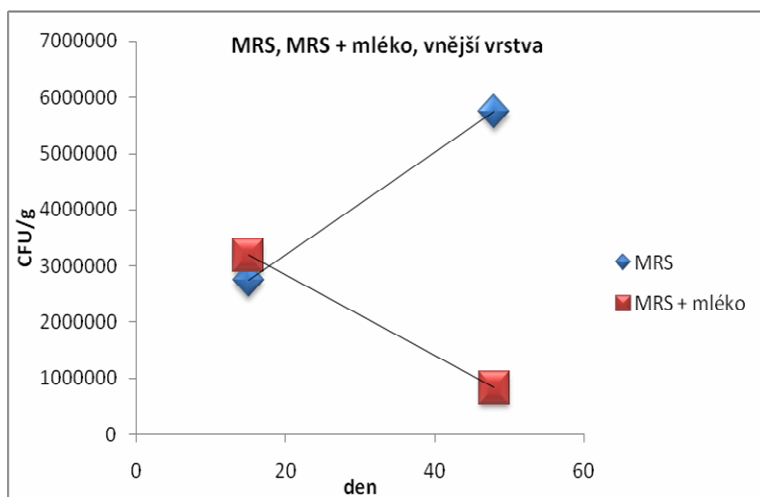
Graf 18: Změna počtu mikroorganismů na půdě M17 a M17 + mléko, vnější vrstva.



Graf 19: Změna počtu mikroorganismů na půdě MRS a MRS + mléko, vnitřní vrstva.



Graf 20: Změna počtu mikroorganismů na půdě MRS a MRS + mléko, vnější vrstva.



Bližší charakteristika vybraných kolonií byla stanovena pomocí Gramova barvení (kolonie byly vybrány náhodně z misek s příslušnou půdou).

Tab. 22: Gramovo barvení

VRSTVA	Č. kmene	Vzhled kolonie	Ø kolonie [mm]	Tvar buněk	Gramova reakce
vnější	1.	červená	3,00	tyčinky	G-
	2.	oranžová	2,00	koky (krátké tyčinky)	G-
	3.	bílá	2,00	tyčinky	G+
	4.	bílá	1,00	tyčinky	G+
	5.	bílá	3,00	koky	G+
	6.	bílá	0,05	tyčinky	G+
vnitřní	7.	oranžová	1,00	tyčinko-koky	G+
	8.	bílá	1,00	koky	G+
	9.	šedá	10,00	tyčinky	G+
	10.	žlutá	1,00	koky	G+
	11.	žluto-oranžová	10,00	tyčinky	G+
	12.	bílá	1,00	koky	G+
	13.	bílá	3,00	koky	G+
	14.	bílá	0,50	koky	G+
	15.	bílá	1,00	koky	G+

Pozn.: Šedá kolonie je charakterizována jako bakterie rodu *Bacillus*, z čehož je možné usuzovat, že došlo k sekundární kontaminaci vzorku sýra. Z výsledků v tabulce je patrné, že vnitřní vrstva je více stejnorodá než vrstva vnější.

7.7 Senzorické hodnocení sýra Eidam 30%

Při senzorické analýze bylo hodnoceno 5 vzorků sýra s různým datem výroby. Vzorky byly označeny písmeny A, B, C, D, E a počet hodnotitelů byl 24. Byly hodnoceny tyto znaky: vzhled a barva, chuť a vůně, konzistence a celková jakost. Dále byl proveden preferenční test výrobků. Výsledky hodnocení byly zpracovány pomocí programu STAT K25. Stupnice pro hodnocení je v příloze 1.

Datum výroby vzorků: A ... 30. 03. 2009

B ... 03. 04. 2009

C ... 10. 04. 2009

D ... 15. 04. 2009

E ... 20. 04. 2009

Preferenční test:

Na základě preferenčního testu (Friedmanův test) je mezi vzorky statisticky významný rozdíl na hladině významnosti 5 %. Nejlépe byl hodnocen vzorek A a B, nejhůře pak vzorek E. Významně se lišil vzorek D od vzorku A a B a dále se významně lišil vzorek E od vzorku A, B, C.

Hodnocení podle kategorové stupnice:

Vzhled a barva:

Podle výsledků Kruskall-Wallisova testu byl mezi výrobky zjištěn statisticky významný rozdíl ve vzhledu a barvě na hladině významnosti 5 %. Lišily se od sebe výrobky B a C, dále se významně lišil výrobek D od výrobků A a B a výrobek E se lišil od výrobků A, B, C.

Chuť a vůně:

Podle výsledků Kruskall-Wallisova testu byl zjištěn statisticky významný rozdíl ve vůni mezi jednotlivými výrobky na hladině významnosti 5 %. Výrobek A se výrazně lišil od výrobků C, D, E. Výrobek B se výrazně lišil od výrobků D a E. Výrobek E se lišil do výrobků A, B a C. Mezi výrobky D a E nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Konzistence:

Podle výsledků Kruskall-Wallisova testu byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi výrobky v konzistenci na hladině významnosti 5 %. Významně se lišil pouze výrobek E od výrobku A, B, C, D. Mezi ostatními výrobky nebyl zjištěn rozdíl.

Celková jakost:

Podle výsledků Kruskal-Wallisova testu byl zjištěn statisticky významný rozdíl mezi výrobky ve znaku celková jakost na hladině významnosti 5 %. Výrobek E se významně lišil od všech ostatních výrobků, dále se lišil výrobek D od výrobků A a B a výrobek C se významně lišil od výrobku A.

Tab. 23: Výsledek hodnocení jakosti na základě zařazení hodnocených vzorků jednotlivými hodnotiteli do kategorie jakosti

Kategorie	VÝROBEK				
	A	B	C	D	E
Vzhled a barva	2	1	3	4	5
Chut' a vůně	2	2	3	4	5
Konzistence	2	2	3	3	5
Celková jakost	2	2	3	4	5

Pozn.: Senzorické hodnocení (n = 24) bylo provedeno pomocí pětibodové katedrové jakostní stupnice (stupeň 1 – vynikající, stupeň 5 – nevyhovující) a výsledky jsou prezentovány jako mediány.

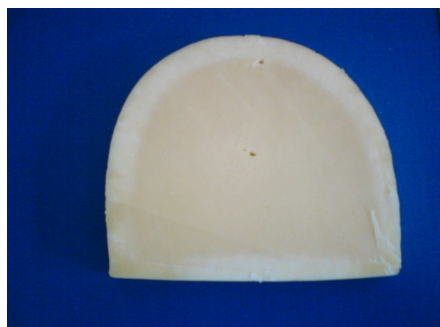
Z výsledků v tabulce je zřejmé, že ve vzhledu a barvě byl nejlépe hodnocen výrobek B, v chuti a vůni výrobek A a B, v konzistenci výrobek A a B a v celkové jakosti byl nejlépe hodnocen vzorek A a B. Z toho vyplývá, že na senzorickou jakost má významný vliv doba zrání.

7.8 Fotodokumentace změny vzhledu sýra Eidam s dobou zrání

Obr. 7: 2 dny po výrobě

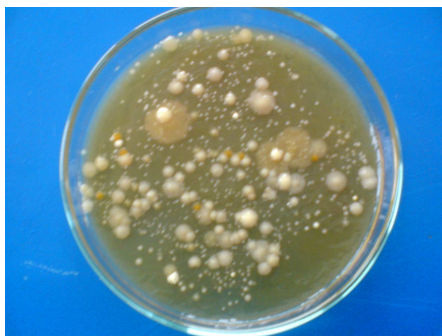
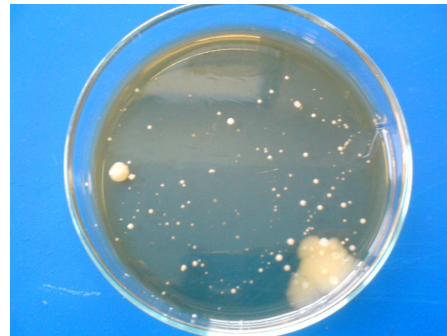


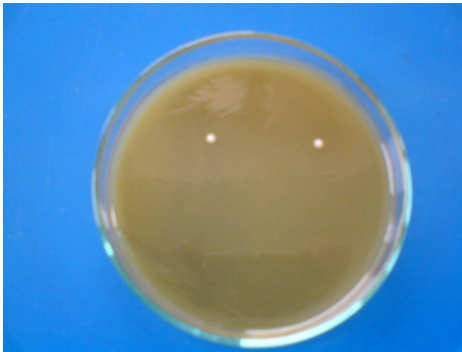
Obr. 8: 7 dní po výrobě



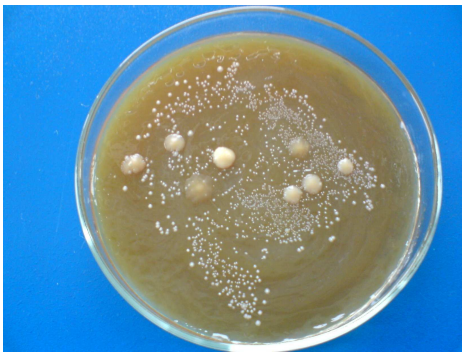
Obr. 9: 10 dní po výrobě*Obr. 10:* 15 dní po výrobě*Obr. 11:* 22 dní po výrobě*Obr. 12:* 29 dní po výrobě

7.9 Fotodokumentace změny počtu mikroorganismů v sýru Eidam s dobou zrání

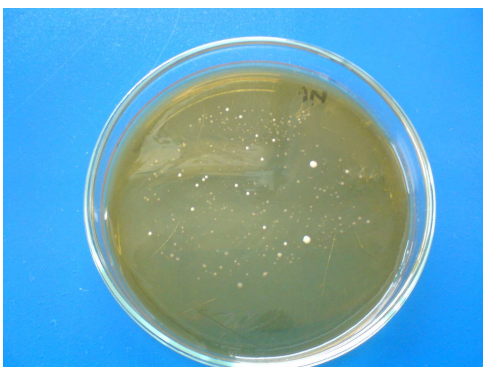
Obr. 13: nevysolený, vnější vrstva, M17*Obr. 14:* nevysolený, vnější vrstva, MRS

Obr. 15: vysolený (4 dny), vnější vrstva M17*Obr. 16:* vysolený (30 dní), vnější vrstva,

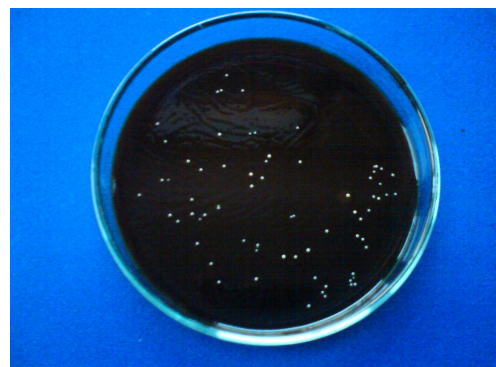
M17

*Obr. 17:* vysolený (4dny), vnitřní vrstva M17*Obr. 18:* vysolený (30 dní), vnitřní vrstva,

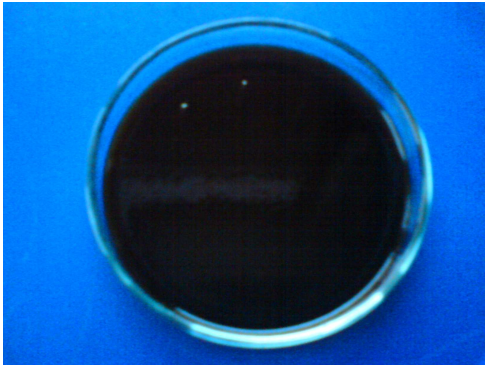
M17

*Obr. 19:* vysolený (4dny), vnitřní vrstva, MRS*Obr. 20:* vysolený (30 dní), vnitřní vrstva,

MRS



Obr. 21: vysolený (30 dní), vnější vrstva MRS



ZÁVĚR

V této práci jsou v rámci teoretické části charakterizovány eidamské sýry dle komoditní vyhlášky a stručně je popsán technologický postup jejich výroby. Dále jsou zde popsány biochemické změny během zrání a změny vodní aktivity.

Pro vypracování této práce byly sledovány vzorky sýra od vysolení až po dobu, kdy se uvádějí do oběhu. Během této doby byly sledovány změny sušiny, aktivní kyselosti, titrační kyselosti, tuku, vodní aktivity a změny v počtu mikroorganismů.

Bylo zjištěno, že došlo k mírnému nárůstu sušiny, což je důsledek použitého obalového materiálu Cryovac, který je málo propustný pro vodu. Při použití jiných obalů jsou udávány mnohem větší změny sušiny sýra.

Hodnota pH sýra se mírně snižovala, což znamená, že v sýru se zvyšovala kyselost. pH ve vnitřní vrstvě bylo vždy o něco vyšší než ve vnější vrstvě, což je nejspíš dáno vysokým obsahem soli na okrajích sýra, ale s dobou zrání docházelo k vyrovnávání pH jako důsledek pronikání soli od okraje do středu sýra.

Hodnota titrační kyselosti ($^{\circ}\text{SH}$) s dobou zrání nepatrně klesala.

Vodní aktivita s dobou zrání klesá, což je důkaz toho, že během zrání dochází k odparu vody.

U obsahu tuku, bylo zjištěno, že jeho obsah se s dobou zrání nemění, zůstává konstantní.

Při mikrobiologické analýze bylo zjištěno, že s dobou zrání dochází k nárůstu počtu mikroorganismů a to zejména ve vnitřní vrstvě. Ve vnější vrstvě je růst mikroorganismů zpomalován vyšší koncentrací soli. Bylo také zjištěno, že počet mikroorganismů ve vnější vrstvě se rapidně snížil po vysolení.

Při sensorickém hodnocení bylo zjištěno, že doba zrání má podstatný vliv na sensorické vlastnosti. Obecně platí, že čím delší je doba zrání, tím pikantnější a výraznější je sensorický profil – chuť a vůně sýrů. Toto obecné pravidlo bylo potvrzeno sensorickým hodnocením vzorků eidamských sýrů, kde jako nejpříjemnější byl hodnocen vzorek s nejdelší dobou zrání.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] OLŠANSKÝ, Č. KNĚZ, V. *Výroba tvrdých sýrů eidamského a ementálského typu*, Praha, 1971.
- [2] TEPLÝ, M. A KOL. *Nové směry v technice a technologii mlékárenského průmyslu*, Praha: SNTL, 1980.
- [3] KNĚZ, V. *Výroba sýrů*, Praha: SNTL, 1960.
- [4] INGR, I. A KOL. *Zpracování zemědělských produktů*, Brno: Mendlova Zemědělská a lesnická univerzita, 2001.
- [5] PROKŠ, J. *Mlékařství Díl II.*, Praha: SNTL, 1965.
- [6] DOLEŽÁLEK, J. *Mikrobiologie mlékárenského a tukařského průmyslu*, Praha: SNTL, 1962.
- [7] HRABĚ, J. BŘEZINA, P. VALÁŠEK, P. *Technologie výroby potravin živočišného původu*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006.
- [8] FOX, F., P. McSWEENEY, P., L., COGAN M., T., GUINEE, T., P. *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 1, General Aspect*, Elsevier, 2004.
- [9] FOX, F., P. McSWEENEY, P., L., COGAN M., T., GUINEE, T., P. *Cheese Chemistry, Physics and Microbiology, Volume 2, Major Cheese Group*, Elsevier, 2004.
- [10] McWHIRTER, A. CLASENOVÁ, L. *Jídlo jako jed, jídlo jako lék*, Praha: Reader's Digest Výběr spol. s r.o., 1998.
- [11] NOVÁK, V. BUŇKA, F. *Základy ekonomiky výživy*, Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2005.
- [12] RŮŽIČKOVÁ, J.: Odborný výklad.
- [13] MARKOVÁ, M. VACHULOVÁ K. *Velká kniha o sýru*, Perfekt, 1998.
- [14] *Potravinářská revue 4 / 2006*, Praha: Agral, 2006.
- [15] BYLUND, G. *Dairy Processing Handbook*. Tetra Pak Processing Systems AB,

2003. ISBN 9163134276.
- [16] FOX, P., F., GUINEE, T., P., McSWEENSEY, P., LH. *Fundamentals of Cheese Science*, Maryland: Aspen Publisher, 2005.
- [17] LINHART, J. A KOL. *Slovník cizích slov pro nové tisíciletí*, Litvínov: Dialog, 2003.
- [28] www.wikipedia.cz
- [19] Jiří Kopáček, Českomoravský svaz mlékárenský
- [20] BUŇKA, F: *Odborný výklad*
- [21] www.vscht.cz
- [22] www.wikipedia.org
- [23] www.novasina.ch
- [24] POSPÍŠILOVÁ, M: *Bakalářská práce*
- [25] www.laboratore.cz
- [26] Manuál pro užívání přístroje LabMaster - a_w.
- [27] Návod pro laboratorní cvičení z analýzy chemie pro studenty UTB ve Zlíně.
- [28] Davídek, J., Velíšek, J., Pokorný, J.: *Chemical Changes during Food Processing*, Avicenum, Czechoslovak, Medical Press, New York, 1990. ISBN 0-444-98845-9.
- [29] Votava, M.: *Kultivační půdy v lékařské mikrobiologii*, Hortus, Brno, 2000.
- [30] www.merck.cz
- [31] www.bd.com
- [32] www.milcom-as.cz
- [33] www.old.lf3.cuni.cz
- [34] BORUTOVÁ, A: *Bakalářská práce*.
- [35] www.madeta.cz

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Týdenní sýrové trhy v Holandsku	11
Obr. 2 Etikety Mlékařské a sýrařské školy v Kroměříži	12
Obr. 3 Vztah mezi adsorpcí a desorpcí vlhkosti, hystereze	43
Obr. 4 Analýzátor vlhkosti	51
Obr. 5 Vpichový pH metr	53
Obr. 6 LabMaster – a_w	54
Obr. 7 2 dny po výrobě	76
Obr. 8 7 dní po výrobě	76
Obr. 9 10 dní po výrobě	77
Obr. 10 15 dní po výrobě	77
Obr. 11 22 dní po výrobě	77
Obr. 12 29 dní po výrobě	77
Obr. 13 nevysolený, vnější vrstva, M17	77
Obr. 14 nevysolený, vnější vrstva, MRS	77
Obr. 15 vysolený (4dny), vnější vrstva, M17	78
Obr. 16 vysolený (30 dní), vnější vrstva, M17	78
Obr. 17 vysolený (4 dny), vnitřní vrstva, M17	78
Obr. 18 vysolený (30 dní), vnitřní vrstva, M17	78
Obr. 19 vysolený (4 dny), vnitřní vrstva, MRS	78
Obr. 20 vysolený (30 dní), vnitřní vrstva, MRS	78
Obr. 21 vysolený (30 dní), vnější vrstva, MRS	79

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Složení sýrů	16
Tab. 2 Průměrné ztráty na váze sýrů v určitých intervalech při normální teplotě a vlhkosti zracích sklepů	32
Tab. 3 Rozdělení potravin podle a_w	42
Tab. 4 Hodnoty a_w u vybraných potravin	42
Tab. 5 Limitní hodnoty a_w pro růst bakterií	44
Tab. 6 Limitní hodnoty a_w pro růst kvasinek	45
Tab. 7 Limitní hodnoty a_w pro růst plísní	45
Tab. 8 Hodnoty pH v průběhu zrání	59
Tab. 9 Změna titrační kyselosti u vzorků sýra s dobou zrání	63
Tab. 10 Vodní aktivita u různě starých vzorků sýra	65
Tab. 11 Změna sušiny sýra v průběhu zrání (vážková metoda)	66
Tab. 12 Změna sušiny sýra v průběhu zrání (technická metoda)	68
Tab. 13 Nevysolený vzorek (stáří vzorku: 2 dny)	69
Tab. 14 Vysolený vzorek (stáří vzorku: 4 dny)	69
Tab. 15 Vysolený vzorek, vnější vrstva (stáří vzorku: 15 dní)	69
Tab. 16 Vysolený vzorek, vnitřní vrstva (stáří vzorku: 15 dní)	69
Tab. 17 Vysolený vzorek, vnitřní vrstva (stáří vzorku: 36 dní)	69
Tab. 18 Vysolený vzorek, vnitřní vrstva (stáří vzorku: 48 dní)	70
Tab. 19 Vysolený vzorek, vnější vrstva (stáří vzorku: 48 dní)	70
Tab. 20 Vysolený vzorek, vnitřní vrstva (stáří vzorku: 30 dní)	70
Tab. 21 Vysolený vzorek, vnější vrstva (stáří vzorku: 30 dní)	70
Tab. 22 Gramovo barvení	74

Tab. 23 Výsledky hodnocení jakosti na základě zařazení hodnocených vzorků jednotlivými

Hodnotiteli do kategorie jakosti

76

SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 Změna pH u vzorku č. 1	60
Graf 2 Změna pH u vzorku č. 2	60
Graf 3 Změna pH u vzorku č. 3	60
Graf 4 Změna pH u vzorku č. 4	61
Graf 5 Změna pH u vzorku č. 5	61
Graf 6 Změna pH u vzorku č. 6	61
Graf 7 Změna pH u jednotlivých vzorků ve vnitřní vrstvě	62
Graf 8 Změna pH u jednotlivých vzorků ve vnější vrstvě	62
Graf 9 Změna titrační kyselosti u jednotlivých vzorků sýra s dobou zrání	64
Graf 10 Vodní aktivita u různě starých vzorků sýra	65
Graf 11 Změna sušiny sýra v průběhu zrání (vážková metoda)	67
Graf 12 Změna sušiny sýra v průběhu zrání (technická metoda)	68
Graf 13 Změna počtu mikroorganismů s dobou zrání na půdě M17, vnitřní vrstva, vnější vrstva	71
Graf 14 Změna počtu mikroorganismů s dobou zrání na půdě MRS, vnitřní vrstva, vnější vrstva	71
Graf 15 Změna počtu mikroorganismů po vysolení sýra na půdě MRS, vnitřní vrstva, vnější vrstva	71
Graf 16 Změna počtu mikroorganismů po vysolení sýra na půdě M17, vnitřní vrstva, vnější vrstva	72
Graf 17 Změna počtu mikroorganismů na půdě M17 a M17 + mléko, vnitřní vrstva	72
Graf 18 Změna počtu mikroorganismů na půdě M17 a M17 + mléko, vnější vrstva	72
Graf 19 Změna počtu mikroorganismů na půdě MRS a MRS + mléko, vnitřní vrstva	73
Graf 20 Změna počtu mikroorganismů na půdě MRS a MRS + mléko, vnější vrstva	73

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: SENZORICKÉ HODNOCENÍ EIDAMSKÉ CHLY

S OBSAHEM TUKU V SUŠINĚ 30 %

Senzorické hodnocení Eidamské cihly s obsahem tuku v sušině 30 %

Budou hodnoceny následující jakostní znaky výrobku:

- Vzhled a barva
- Konzistence
- Chuť a vůně
- Celková jakost

Následně budou vzorky hodnoceny na základě preferenčního testu.

Charakteristika jednotlivých znaků v 5-ti bodové kategorové jakostní stupnici:

Vzhled a barva:

1. *Vynikající* – suchá, jemná, nepoškozená pokožka, povrch sýra jemně zrnitý (odpovídá povrchu lisovací formy). Tvar sýra pravidelný. Barva sýra na řezu homogenní, stejnorodá, na řezu krémovitá až nažloutlá, slabě lesklá.
2. *Výborná* – suchý povrch, nepoškozená pokožka, mírné odchylky tvaru, na povrchu sýra drobné tvarové nerovnosti, zvrásnění, prolisy. Barva sýra krémovitá až žlutá, stále homogenní s mírnými odchylkami od stejnorodého zabarvení.
3. *Dobrá* – mírné deformace povrchu a tvaru, slabý výskyt nerovností, prolisů. V barvě sýra mírné odchylky od homogenní, krémovité, příp. žluté barvy, slabší mramorovitost těsta sýra.
4. *Méně dobrá* – zřetelnější tvarové deformace, narušení hladkosti a celistvosti povrchu sýra, výraznější povrchové nerovnosti, prolisy. Barva sýra nehomogenní, výskyt mramorování včetně slabšího solného prstence pod pokožkou, barva sýra křídovitě bílá, výskyt cizího odstínu od standardní barvy.
5. *Nepřijatelná (nevyhovující)* – výrazné tvarové deformace, trhliny na povrchu, povrch sýra nehomogenní, výrazné vzhledové vady. Barva sýra nehomogenní, silná mramorovitost, cizí odstíny barvy, křídovitě bílá barva, výrazný solný prsteneček na okrajích sýra.

Konzistence:

1. *Vynikající* – jemná, vláčná až roztíratelná, celistvá. Na řezu malý počet ok (3 – 5) velikosti hrášku, oka naprosto čistá, lesklá, bez trhlinek, syrovátkových hnízd a vzduchových bublin.

2. *Výborná* – stále jemná, celistvá, vláčná, připouští se mírně pevnější. Na řezu mírně zvýšený počet ok, případně bez ok (slepý sýr). Oka s mírnými odchylkami od požadované velikosti. Připouští se zanedbatelné provzdušnění těsta sýra.
3. *Dobrá* – celistvá, stále vláčná, mírně tužší, mírné provzdušnění, příp. výskyt syrovátkových hnízd v těstě sýra (dutinky v těstě sýra vzniklé špatným odlisováním syrovátky), mírná ořechovitost ok.
4. *Méně dobrá* – tuhá, málo prozralé těsto, slabě gumovitá až tvarohovitá, kratší, nehomogenní v celé hmotě (liší se ve středu a na okraji sýra). Mnoho ok, ořechovitá oka, výrazné provzdušnění, trhlinky, syrovátková hnízda.
5. *Nepřijatelná (nevyhovující)* – těsto sýra silně provzdušněné, síťovité, krátké až drobné, konzistence tvarohovitá, tuhá, gumovitá, silně nehomogenní.

Chuť a vůně:

1. *Vynikající* – čistá, jemně mléčně nakyslá, charakteristická pro eidamské sýry. Chuť i vůně harmonická, resp. Výrazně sýrová příchut', bez cizích pachů a příchutí.
2. *Výborná* – charakteristicky sýrová, mléčně nakyslá až nasládlá, stále harmonická a čistá.
3. *Dobrá* – mléčně nakyslá, sýrovitá, mírná disharmonie v důsledku výraznějšího vlivu některého chuťového deskriptoru, např. nakyslé chuti, nasládlější, slabě nahořklé, slanější apod., příp. mírně nevýrazná.
4. *Méně dobrá* – chuť a vůně neharmonická, prázdná, převládají výrazněji některé dominantní chutě a vůně, např. slanější, kyselejší, nahořklá, pálivá, nečistá aj.
5. *Nepřijatelná (nevyhovující)* – prázdná, netypická, tvarohovitá v důsledku neprozralé sýra, výrazně slaná, hořká, pálivá, cizí, zatuchlá, nečistá, žluklá, hnilobná, cizí.

Celková jakost:

Na základě hodnocení výše uvedených znaků proveďte celkové hodnocení jakosti do následujících kategorií:

1. Vynikající
2. Výborná
3. Dobrá
4. Méně dobrá
5. Nepřijatelná (nevyhovující)

Při hodnocení celkové jakosti předloženého vzorku je nutno dodržet určité zásady, aby hodnocení bylo konzistentní. Rozhodujícím znakem je chuť a vůně (má největší váhu). Při celkovém hodnocení by se nemělo celkové hodnocení odlišovat o jednu kategorii od hodnocení chutě a vůně a o dvě kategorie od hodnocení dalších znaků.

Vzorek	Vzhled a barva	Konzistence	Chuť a vůně	Celková jakost
A				
B				
C				
D				
E				

Proveďte hodnocení vzorků podle preferencí a označte je čísly 1 – 5 (1 - nejlepší, 5 – nejhorší). Každý vzorek musí mít jiné číslo, tzn., že žádný vzorek nesmí být hodnocen stejně jako jiný vzorek.

Vzorek	A	B	C	D	E
Hodnocení					

