

Sledování vybraných parametrů modelových vzorků fermentovaných masných výrobků

Alice Čalová

Bakalářská práce
2022

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Alice Čalová**
Osobní číslo: **T19707**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Sledování vybraných parametrů modelových vzorků fermentovaných masných výrobků**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část:

1. Vlastnosti a složení fermentovaných masných výrobků.
2. Technologie výroby fermentovaných masných výrobků.
3. Úloha mikroflóry při zrání fermentovaných masných výrobků.

II. Praktická část:

1. Výroba modelových vzorků fermentovaných masných výrobků.
2. Sledování vybraných parametrů modelových vzorků fermentovaných masných výrobků.
3. Vyhodnocení výsledků a formulace závěrů práce.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] Leroy, F., Geyzen, A., Janssens, M. et al. Meat fermentation at the crossroads of innovation and tradition: A historical outlook. *Trends in Food Science and Technology*, 31: 130-137. 2013
- [2] Lorenzo, J.M., Gómez, M., Fonseca, S. Effect of commercial starter cultures on physicochemical characteristics, microbial counts and free fatty acid composition of dry-cured foal sausage. *Food Control* 46: 382-389. 2014
- [3] Węsierska, E., Szoltyśik, M., Rak, L. Physico-chemical, biochemical and microbiological properties of traditional Polish pork fermented products during ripening. *Food Bioprocess Technology*, 6: 2986-2995. 2013
- [4] Leroy, F., Verluyten J., De Vuyst L. Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 106: 270-285. 2006
- [5] Elektronické zdroje dostupné z knihovny UTB ve Zlíně.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. RNDr. Leona Buňková, Ph.D.**
Ústav inženýrství ochrany životního prostředí

Oponent bakalářské práce: **Ing. Jana Šenkýřová, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **31. prosince 2021**
Termín odevzdání bakalářské práce: **20. května 2022**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 25. února 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou obsahově totožné.

Ve Zlíně, dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Teoretická část bakalářské práce se zabývá složením masa a jeho vlastnostmi, které ovlivní finální produkt fermentovaného masného výrobku. Dále popisuje teorii jejich samotné výroby včetně použití vstupních surovin. Také je zde zmíněno téma mikroflóry a její úloha při zrání výrobku a její možná negativa.

Samotný experiment zahrnuje výrobu fermentovaných masných výrobků v praxi, kdy byly vyrobeny 4 šarže výrobků. Byly od sebe odlišeny startovací kulturou, důležitou pro výrobu a kalibrem (průměrem) výrobku. Po dobu zrání a následně během skladování byly sledovány vybrané parametry modelových vzorků. Sledovanými parametry byla aktivita vody, pH a měření barvy. Z výsledků vyplývá, že za optimální modelový vzorek můžeme považovat vzorek vyrobený s kulturou *Staphylococcus carnosus* (kultura Bactoferm CS-299; vzorek S), který v průběhu fermentace a zrání vykazoval nejlepší parametry (pokles pH a vodní aktivity), které se řadí mezi důležité vlastnosti fermentovaných masných výrobků.

Klíčová slova: fermentované masné výrobky, startérové kultury, fermentace, pH, vodní aktivita, barva

ABSTRACT

The theoretical part of this bachelor thesis is about the composition of meat and its characteristics that influence the final product of the fermented meat products. It describes the technology of making meat products. It includes the role of microflora in the fermentation process and its negative properties.

The experiment involves the production of the fermented meat product. Were produced four types of products, each containing a different starter culture and caliber of the products. The parameters monitored were water activity, pH and measurement of color. The results show that the most important model is a sample produced with a culture of *Staphylococcus carnosus*, because it showed the best parameters.

Keywords: fermented meat products, starter cultures, fermentation, pH, water activity, colour

Chtěla bych poděkovat vedoucí mé bakalářské práce doc. RNDr. Leoně Buňkové, Ph.D. za užitečné rady, trpělivost a čas při zpracování této práce. Poděkovat bych také chtěla Ing. Robertu Gálovi, Ph.D. za pomoc a cenné rady při zpracování experimentu.

Ráda bych poděkovala rodině a přátelům za jejich podporu během psaní práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 FERMENTOVANÉ TRVANLIVÉ MASNÉ VÝROBKY	11
1.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA A MASNÝCH VÝROBKŮ	11
1.1.1 Voda	11
1.1.2 Bílkoviny	12
1.1.3 Lipidy	12
1.1.4 Extraktivní látky	13
1.1.5 Minerální látky a vitaminy	13
1.2 VLASTNOSTI MASA A FERMENTOVANÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ	14
1.2.1 Barva	14
1.2.2 Vaznost	15
1.2.3 Textura	15
1.2.4 Aktivita vody	16
2 TECHNOLOGICE VÝROBY	17
2.1 SUROVINY POTŘEBNÉ PRO VÝROBU FERMENTOVANÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ	17
2.1.1 Maso	17
2.1.2 Tuková tkáň	18
2.1.3 Přísady a pomocné látky	18
2.2 PROCES VÝROBY	20
2.2.1 Solení masa	20
2.2.2 Příprava díla	21
2.2.3 Plnění díla	21
2.2.4 Uzení	22
2.2.5 Sušení	23
2.2.6 Fermentace a zrání	23
3 ÚLOHA MIKROFLÓRY PŘI ZRÁNÍ FERMENTOVANÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ	25
3.1 MIKROFLÓRA MASA	25
3.2 ÚLOHA MIKROFLÓRY PŘI ZRÁNÍ	25
3.2.1 Bakterie mléčného kvašení	26
3.2.2 Koaguláza negativní stafylokoky	26
3.3 NEŽÁDOUCÍ PŮSOBNÍ MIKROFLÓRY MASA	26
3.3.1 Faktory ovlivňující mikrobiální kažení masa	27
II PRAKTICKÁ ČÁST	29
4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	30
4.1 VÝROBA VZORKŮ	30
4.2 MĚŘENÍ VODNÍ AKTIVITY	31

4.3	MĚŘENÍ PH.....	31
4.4	MĚŘENÍ BARVY	31
5	VÝSLEDKY A DISKUZE	33
5.1	HODNOCENÍ AKTIVITY VODY.....	33
5.2	HODNOCENÍ PH.....	35
5.3	HODNOCENÍ BARVY.....	37
	ZÁVĚR	41
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	42
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	45
	SEZNAM OBRÁZKŮ	46

ÚVOD

Oblíbenost a srdce konzumentů si fermentované masné výrobky získaly pro své lákavé organoleptické vlastnosti na celém světě. Na první pohled mají krásnou vykreslenou červenou barvu, která je při rozkrojení doprovázena mramorovou strukturou. Mají rovněž příjemnou vůni kouřového aroma, které jim dodala technologie uzení. Kouřová vůně je přenesena i do chuťových smyslů jako uzená chuť výrobku a doprovází tak rozplývavou texturu při skusu sousta. Vyšší zájem vzbuzují i pro jejich dlouhodobou trvanlivost, kdy je potravina lákavá na delší cesty, nebo kratší dovolené, protože nějakou určitou dobu mohou být skladovány i při vyšších teplotách a nízké vlhkosti. Údržnost výrobků je dána specifickým procesem výroby pro ně typické, a ještě zajímavější poznatek je, že takový typ masných výrobků neprošel tepelným opracováním. Technologie založená pouze na procesu sušení, fermentace a zrání s případným uzením dělá výrobky jedinečné.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 FERMENTOVANÉ TRVANLIVÉ MASNÉ VÝROBKY

V souvislosti s fermentovanými trvanlivými masnými výrobky se mluví o dvou skupinách. Do první jsou řazeny celosvalové výrobky, např. trvanlivé šunky, trvanlivá sušená masa. Celosvětově proslulá je Švarcvaldská nebo Parmská šunka. Druhá skupina je tvořena výrobky s názvy Herkules, Poličan nebo Lovecký salám, kdy jsou výrobky tvořené z mēlněného díla. [1]

Fermentované masné výrobky jsou definovány vyhláškou 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. [2]

Ačkoliv výrobky nejsou tepelně opracované, jsou určeny k přímé spotřebě. Mají prodlouženou dobu trvanlivosti, které bylo dosaženo díky technologickému procesu výroby. K procesům jako fermentace, sušení, zrání, někdy bývá zahrnuto i uzení. Důsledkem sušení dojde ke snížení aktivity vody, která musí být maximálně 0,93. Takové prostředí není vhodné pro množení mikroorganismů. Při skladování při 20 °C mají trvanlivost 21 dní. [2]

1.1 Chemické složení masa a masných výrobků

Složení a struktura masa se liší podle druhu zvířete podle části, ze které maso pochází, pohlaví, věku, zdravotního stavu atd., včetně způsobu zpracování. Největší podíl masa je tvořen příčně pruhovanou svalovinou, menší podíl zaujímá tuková a vazivová tkáň. Součástí bývá i kost, která se z důvodů nevyužitelnosti odstraňuje. Základním stavebním kamenem příčně pruhované svaloviny je svalové vlákno, složené z kontraktálních vláknitých útvarů tzv. myofibril. [3]

Chemické složení masa bude odlišné u jatečně opracovaného masa jako celku, u čisté svaloviny, nebo u masa u kterého bude zahrnuté množství mezisvalového tuku. Zastoupení vnitrosvalového i zásobního tuku v mase bývá různorodý. [4]

Mezi látky tvořící libové maso se řadí voda (70–75 %), bílkoviny (18–22 %), lipidy (1–5 %), minerální látky (1 %), vitaminy a extraktivní látky, mezi které se řadí dusíkaté i bezdusíkaté látky a sacharidy. [3]

1.1.1 Voda

Voda zaujímá v potravinách největší podíl ze všech složek a je stěžejní při určování fyzikálních a chemických vlastností dané potraviny. V mase z celkového množství všech

složek zaujímá 70–75 %. Má velký význam pro jakost masa z pohledu senzorického, kulinárního a hlavně technologického. Mezi nejdůležitější vlastnosti masa patří vaznost, schopnost masa vázat vodu, která ovlivňuje kvalitu výrobku při jeho technologickém zpracování. [5][6]

Voda vytváří prostředí vhodné pro průběh chemických reakcí a také je vhodným prostředím pro aktivitu mikroorganismů. Zejména v masných výrobcích se v průběhu technologického procesu výroby množství vody cíleně snižuje. Vytvoří se tak prostředí, které není vhodné pro množení mikroorganismů a zabrání se zkažení výrobku. [6]

1.1.2 Bílkoviny

Z technologického a nutričního hlediska považujeme bílkoviny za nejvýznamnější složku masa. Obsah bílkovin se liší v závislosti na druhu živočicha a tělesné části. Dělí se do dvou skupin, podle rozpustnosti v solných roztocích a ve vodě. U vytváření struktury masných výrobků se odlišné rozpustnosti bílkovin využívá. Podle jejich umístění ve svalových strukturách se dělí do tří skupin. [3]

- Sarkoplazmatické – jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích, vyskytují se v sarkoplazmatu
- Myofibrilární – tvorba myofibril, jsou rozpustné v solných roztocích, důležitý poznatek je jejich nerozpustnost v deionizované vodě, který je významný při tvorbě struktury salámů
- Stromatické neboli bílkoviny pojivové tkáně – jsou nerozpustné, součástí tkáně, které vytváří obal svalové struktury. [3]

1.1.3 Lipidy

Množství tuku v mase u jednotlivých druhů a skupin je velmi odlišné, kdy např. vepřový bok bude obsahovat daleko větší množství tuku než vepřová kotleta. Navzdory jeho kolísavému obsahu je tuk neodmyslitelnou součástí masa, je hlavním nositelem aromatických látek. Příznivě také působí na šťavnatost, chuť a křehkost zejména hovězího masa. [3][7]

Z chemického pohledu se lipidy v mase dělí na triacylglyceroly (tuk), které zaujímají největší podíl z množství tuku. Jsou tvořeny vyššími mastnými kyselinami, jako jsou

kyselina palmitová, stearová a olejová. V menší míře jsou v tuku zastoupeny fosfolipidy a cholesterol. [8]

V mase se nachází tzv. intramuskulární tuk, který je uložen přímo ve svalovině a zvláštní tuková tkáň, která slouží jako tuk zásobní. Intramuskulární tuk je strůjcem výše zmíněné chutnosti a křehkosti masa. Je zodpovědný také za vykreslení mramorové struktury na řezu masa, která je považována za důležitý jakostní znak. [3]

1.1.4 Extraktivní látky

Navzdory tomu, že extraktivní látky zaujímají v mase velmi malý podíl, jsou velmi důležité. Příznivě přispívají ke tvorbě aroma a chutnosti masa, jejich působení sahá i do metabolických a postmortálních procesů, při kterých nejčastěji vznikají. Bývají stanovovány při zpracování a analýze masa, kdy se k jejich extrakci používá voda o teplotě 80 °C. Skupina je velmi rozmanitá a mezi nejvýznamnější látky této skupiny zařazujeme sacharidy, organické fosfáty a dusíkaté látky. [5]

Ze sacharidů je nejvíce zastoupen polysacharid glykogen. Jeho obsah ve svalu se pohybuje v rozmezí 0,3–0,9 %, v játrech zaujímá glykogen až 3 %. Jeho největší význam nastává v době porážky, kdy je potřeba, aby byl jeho výskyt ve svalu v největším možném množství. Přítomnost glykogenu má velký vliv na údržnost a vaznost masa, kdy dochází k okyselení tkáně. [9]

Skupinu organických fosfátů vytvářejí hlavně nukleotidy a nukleové kyseliny a produkty, které vznikají při jejich rozkladu. Nejvíce významný je adenosintrifosfát (ATP), který hraje hlavní roli při přenosu energie. Vzniklé meziprodukty při jeho odbourávání, kyselina inosinová, inosin a ribóza, pozitivně ovlivňují chutnost masa. [10]

U dusíkatých extraktivních látek jsou nejvýznamnější volné aminokyseliny jako např. taurin, glycin, glutamin atd., a peptidy karnosin, anserin a glutathion. Jsou nositeli specifické chutě a vůně u jednotlivých druhů zvířat. [5][8]

1.1.5 Minerální látky a vitaminy

Maso je důležitým zdrojem stopových prvků, největší zastoupení mají železo, zinek, měď atd. Tvoří asi 1 % hmotnosti masa. Z vitaminů mají největší zastoupení vitaminy skupiny B. Množství zmíněných prvků je závislé na intravitálních faktorech jatečných zvířat a také na kulinárních úpravách masa. Železo se nachází v hemoglobinu, ze kterého je pro lidský

organizmus jeho vstřebání snadné. Maso je hlavním zdrojem příjmu železa v lidské potravě. [7]

Z vitaminů je nejdůležitější vitamin B₁₂, který se převážně vyskytuje v živočišných produktech. Bohatší na vitaminy jsou vnitřnosti zvířat než samotná svalovina. [5]

1.2 Vlastnosti masa a fermentovaných masných výrobků

Na trhu jsou fermentované masné výrobky velmi oblíbeným produktem, zejména pro svou dlouhou trvanlivost, která je spotřebiteli hojně využívána. Velký zájem je především pro jejich sensorické vlastnosti, které jsou zároveň ukazateli kvality. Mezi hlavní parametry k hodnocení se řadí barva, vůně a textura výrobku. [1]

Technologické, nutriční i organoleptické vlastnosti masa jsou z velké části ovlivněny fyzikálními vlastnostmi masa. Podkladem fyzikálních vlastností je fyzikální struktura, kterou udává chemické složení masa. [5]

1.2.1 Barva

Barvu masa a masných výrobků řadíme mezi jakostní znaky. Bývá použita při posouzení kvality daného výrobku, patří tedy mezi hlavní ukazatel čerstvosti hlavně nebaleného masa. [11]

Červenou barvu masa nám udává stav a obsah hemového barviva myoglobinu a zmenší části i hemoglobin. Jsou složena ze dvou částí – globinu a hemu. Globin je bílkovinné povahy a slouží jako nosič. Hem představuje barevnou skupinu, která v sobě nese dvojmocný atom železa. V závislosti na druhu živočicha se obsah hemového barviva v mase mění a pohybuje se v rozmezí 100–1000 mg/kg, kdy obsah svalového barviva v kuřecím mase bude značně v menší míře než v mase hovězím nebo v divočině. [3]

Obsah barviva je podmíněn i množstvím svalových vláken, kterými jsou svaly tvořeny. Svalová vlákna máme dvojího typu – červená a bílá. Jejich vzájemný poměr ve svalech je proměnlivý podle typu. Svaly, které mají větší pracovní vyčerpání, mají sytě červenou barvu, obsahují větší poměr červených vláken. Příkladem takových typů svalů může být sval žvýkácký nebo mezižeberní. Do druhé skupiny svalů patří ty, kde převažuje větší množství vláken bílých a které jsou využívány k okamžitému krátkodobému výkonu, např. sval stehenní nebo lýtkový. [11]

Barva masa je jakostním parametrem čerstvého masa, kdy myoglobin vytváří jasně červenou barvu, která je způsobena jeho spojením se vzduchem. Negativem je oxidace dvojmocného železa navázaném v myoglobinu na trojmocné železo. Tahle skutečnost způsobuje změnu zářivé barvy na červenohnědou. Díky téhle barevné změně se pozná, zda je maso čerstvé či nikoliv. [4]

1.2.2 Vaznost

Schopností masa je vázat vodu, ať přirozeně se vyskytující v mase, nebo přidanou během technologických procesů. U masných výrobků velmi ovlivňuje jejich jakost a ekonomiku výroby. Vaznost může být ovlivňována přísadami a správnou manipulací s masem. [3]

Patří mezi velmi důležité vlastnosti při technologických procesech. Zajišťuje udržení vody v mase při procesu výroby a během tepelného zpracování. Voda, která zůstane uvnitř výrobku, značně ovlivňuje jeho šťavnatost a křehkost. [9]

Navazuje se na rozpustné bílkoviny, se kterými po jejich denuraci působením tepla vytvoří gel. Tyto bílkoviny se nacházejí uvnitř svalových vláken, vaznost je tedy větší, čím více je maso rozmělněno a bílkoviny se setkají s vodou a solí a vytvoří výše zmíněný gel. [9]

1.2.3 Textura

Textura je řazena mezi sensorické parametry, díky kterým spotřebitel může vnímat a popsat konzumovanou surovinu. Je zde zahrnuto několik aspektů, jako je tvrdost, pružnost, šťavnatost, křehkost, které jsou dány vlastnostmi daného produktu. [12]

Význam textury má u různých skupin potravin odlišnou prioritu. Nejdůležitější význam má např. u masa, celeru, bramborových a kukuřičných lupínků, u kterých textura patří mezi dominantní charakteristiku. U potravin jako je ovoce, zelenina, sýr, chléb má důležitou úlohu, ale už na ní není kladen tak velký význam jako např. u masa a masných výrobků. U menších potravin a nápojů má textura zanedbatelný přínos pro celkovou kvalitu výrobků. [13]

V roce 1957 Ball a kol. zformulovali dvě definice pro texturu masa. První definice zní „Struktura masa je makroskopický vzhled masných tkání z hlediska hladkosti nebo jemnosti zrna“, vztahuje se na zrakový vjem při pohledu na maso. Druhá definice pojednává o pocitu „struktura vařeného masa je pocit hladkosti nebo jemnosti svalové tkáně v ústech“. Lidé považují za kvalitu masa jeho šťavnatost a houževnatost, ale ani jedna vlastnost nebyla ve výše popsaných definicích zmíněna. [13]

1.2.4 Aktivita vody

Z technologického hlediska je vodní aktivita definována jako „poměr tlaku vodních par potraviny k tlaku par destilované vody při určité teploty“. Rozsah hodnot se pohybuje v intervalu od 0,00 pro suchou látku do 1,0 pro destilovanou vodu. [14]

Problémová skupina potravin je taková, kde je hodnota aktivity vody vyšší než 0,95. Je zde vytvořeno prostředí s přijatelnou vlhkostí pro dobrý růst bakterií, kvasinek a plísní. Z toho důvodu bývá hodnota snižována natolik, aby se současně snížila vlhkost. Takový čin vede k inhibici růstu mikroorganismů. [15]

2 TECHNOLOGICE VÝROBY

Z nutričního hlediska je maso velmi výživné, avšak čerstvé maso podléhá rychlému kažení. Z důvodu prodloužení jeho trvanlivosti byly vyvinuty techniky konzervace masa, které ve velké míře využívají solení a sušení při vhodných klimatických podmínkách. Pomocí takového procesu bylo v mase vytvořeno prostředí chránící maso před patogenními mikroorganismy. [16]

Technologie fermentace a sušení se považuje za jeden z nejstarších a nejsložitějších způsobů úpravy masa. Sušení bylo pravděpodobně poprvé použito v oblasti středomoří, kde specifické klima příznivě napomáhalo k přirozenému zrání a sušení fermentovaných výrobků. [17]

Trvanlivé masné výrobky se řadí mezi velmi oblíbený sortiment výrobků u spotřebitelů. Velký význam v oblíbenosti hraje dlouhá trvanlivost, která byla žádaná už v historii, kdy se lidé snažili prodloužit trvanlivost masa na co nejdelší dobu. [1][5]

Aby výrobek splňoval své jakostní parametry, které jej dělají žádané po celém světě, musí projít složitým a náročným procesem výroby. Výrobce by měl zajistit kvalitní suroviny a zázemí s potřebným vybavením. Celý proces je složen z na sebe navazujících kroků. [1]

2.1 Suroviny potřebné pro výrobu fermentovaných masných výrobků

Celková produkce masných výrobků je velmi náročná na kvalitu, množství a počet vstupních materiálů. Technologie je neustále rozvíjena, stává se náročnější jak po stránce technologické, tak i ekonomické. Jsou kladeny vyšší nároky na prvotní suroviny i na jakost finálního produktu. [5]

Mezi hlavní výrobní suroviny se řadí maso a sádlo, které jsou získány při jatečném zpracování zvířat. Jako další surovina je použita pitná voda, sůl nebo solící směs, koření a jiné přísady na ochucení, bílkovinné a sacharidické přísady, přídatné látky, které jsou schopny ovlivnit barvu, údržnost a další důležité vlastnosti. [5]

2.1.1 Maso

Maso z jatečných zvířat je hlavní surovinou pro výrobu masných výrobků. Nejčastějším druhem masa, které je používáno pro salámové výrobky, je vepřové a hovězí. Podle tradiční receptury by se měl použít jeden díl vepřového a hovězího masa a jeden díl vepřového sádla.

Ovšem s rostoucí cenou hovězího masa se procentuální zastoupení jednotlivých druhů ve výrobku přiklání k masu vepřovému. [1]

Použité maso by mělo pocházet ze zdravého zvířete. Důležité kritérium je okyselení masa v průběhu jeho zrání, které by mělo být u hovězího masa maximálně pH 5,8 a u vepřového masa 6,0. Nedostatečné okyselení by vedlo k omezené údržnosti masa a k nekvalitnímu provedení celého výrobního procesu. Je doporučováno použít maso vospělých zvířat a vyzrálé maso. [9]

Velmi často bývá použito maso z mladého prasete s maximální vahou 100 kg. U některých výrobců pro vyšší obsah tuku se používá maso ze starších jedinců, zejména maso prasníc, které je více červené, má nižší hodnotu aktivity vody, což je z ekonomického hlediska velmi výhodné, protože je zkrácen výrobní krok sušení. [18]

2.1.2 Tuková tkáň

Tuková tkáň patří mezi další nepostradatelnou surovinu pro masné výrobky. Tvoří tzv. vložku salámu, kdy jeho bílé částičky v kontrastu s červenou barvou masa vytváří typickou mozaiku. Používá se hřbetní sádlo, na které jsou kladeny nároky, aby bylo pevné, netálo při procesu mělnění. [19]

Z technologického hlediska je nepřijatelné zpracovávat měkké nebo dokonce až olejnaté sádlo. Takové sádlo obsahuje více nenasycených mastných kyselin, které se snadněji oxidují, a to může vést k rychlému žluknutí. Menší obsah polyenových kyselin zajistí lepší vaznost fermentovaných salámů a finální výrobek se pyšní pevnějším vzhledem. Pro tepelně neopracované salámy se doporučuje použití co nejčerstvějšího sádla, které má lepší chuťové vlastnosti než starší sádlo a také by mohlo dojít k dřívějšímu zkažení finálního výrobku. [9]

2.1.3 Přísady a pomocné látky

2.1.3.1 *Kuchyňská sůl, dusitanová soličí směs*

Pro masné výrobky je chlorid sodný nezastupitelnou a velmi důležitou přísadou. Její přítomnost má pozitivní vliv na vlastnosti, vaznost, chuť a údržnost daného výrobku. Působení soli také zasahuje do tvorby struktury, kdy zvyšuje rozpustnost myofibrilárních bílkovin. Samotná sůl je používána jen u určitých druhů masných výrobků, většinou, které jsou během procesu výroby podrobeny tepelnému opracování.

U většiny výrobků se používá dusitanová solící směs. Důležitou roli hraje ve vybarvení finálního výrobků, kdy se při reakci dusitanů s hemovými barvivy vytvoří typická růžová barva, která je žádaná u tepelně opracovaných výrobků, které by bez přítomnosti dusitanů vlivem tepla zešedly. Směs má konzervační účinky a je schopná inhibovat růst *Clostridium botulinum*. [3]

2.1.3.2 Koření

Koření je zařazeno mezi suroviny rostlinného původu. Je vyráběno sušením nebo mletím různých částí rostlin. Masným výrobkům dodává intenzivnější chuť a vůni, kde má každý druh výrobku své specifické složení přidávaného koření. Některé druhy koření, majoránka, paprika, kmín, jsou pěstovány u nás. Ostatní jsou dováženy z tropických a subtropických oblastí. Z cizokrajného koření je používán např. hřebíček, pepř bílý a černý, muškátový oříšek, který má navíc antioxidační účinky. [20]

Aplikace do masných výrobků je buď ve formě sušených částí rostlin tzv. přírodní koření, nebo jako extrakty, kde jsou látky z koření naneseny na nosič. Kladněji hodnoceno je přírodní koření, které lépe vynikne např. na řezu výrobku, má také intenzivnější chuť a aroma než použití extraktu. [5]

2.1.3.3 Sacharidy

Sacharidy ovlivňují samotný proces fermentace. Slouží jako substrát pro bakterie mléčného kvašení, které jej pomocí fermentace přetvoří hlavně na kyselinu mléčnou. Bývá použita glukóza nebo sacharóza, látky jsou vzájemně zastupitelné. Podle doby kvašení a zrání salámu se liší množství přidaného sacharidu, např. do salámu s dobou zrání maximálně 3 týdny je přídavek 0,5–0,7 % a pro salámy zrající 4 týdny a více je určeno množství 0,3 %. [1]

2.1.3.4 Startovací kultury

Přídavek vhodných skupin mikroorganismů do díla zaručuje dosažení organoleptických vlastností konečného výrobku v průběhu jeho zrání. Ovlivňují vlastnosti jako je barva, chuť a okyselení, které zajišťuje mikrobiologickou stabilitu produktu. Musí být odolné vůči vyššímu obsahu soli, dusitanů a schopny aktivity při nízkých teplotách z důvodu, že salámové dílo bývá obvykle naráženo při teplotě 0 °C. [8][18]

Startovací kultury se na trhu vyskytují ve stavu mraženém, lyofilizovaném nebo tekutém. Do salámového díla musí být přidán minimální počet 10^7 bakteriálních buněk na 1 gram hmoty. Při přepočtu na 100 kg díla je přidán počet buněk 10^2 což odpovídá 1 gramu. [1]

Mezi prvními dostupnými startovacími kulturami byla monokultura *Pediococcus cerevisiae*, který byl uveden na trhu v roce 1957 v USA. V Evropě bylo průkopníkem Německo, které v roce 1961 uvedlo kmen *Micrococcus* M53, který nesl obchodní název Baktoferment 61. Později se začaly používat rody jako *Lactobacillus*, *Staphylococcus*, *Pediococcus* a *Micrococcus*. [18]

Pro masné výrobky v současnosti bývají používány hojně koaguláza negativní koky a bakterie mléčného kvašení (BMK). Právě BMK způsobují během fermentace snížení pH do kyselé formy. Okyselení výrobku je pozitivním vlivem pro jeho technologické vlastnosti z následujících několika důvodů:

- Dochází k inhibici patogenních mikroorganismů
- Zrychlí se proces sušení, rozvíjí se textura pomocí denaturace bílkovin
- Vytváření látek, které ovlivňují vznik červené barvy výrobku. [18]

2.2 Proces výroby

2.2.1 Solení masa

Solením masa nebo díla je ovlivněna spousta vlastností. Chuť a barva finálního výrobku je intenzivnější. Důležité je působení soli na rozpustnost svalových bílkovin, které následně zajistí lepší vaznost vody. Solení má uplatnění i jako konzervační proces. [20]

Všechny vlastnosti nasoleného masa nebo díla jsou vzájemně ovlivňovány. U masných výrobků se proces solení projeví i nepřímým ukazatelem, jako je zlepšení šťavnatosti a lepší soudržnosti výrobku. [21]

U mělněných masných výrobků je maso soleno dvojitým způsobem. Předsolení probíhá u nahrubo rozmělněného masa, které se důkladně promíchá a po dobu 24 až 48 hodin se nechá zaležet při chladničkové teplotě. Nebo je soleno čerstvé maso přímo při míchacím a mělnicím procesu výroby, kdy tenhle krok je uplatňován více hlavně z lepšího ekonomického a hygienického hlediska. [21]

2.2.2 Příprava díla

Při přípravě díla probíhají současně dva kroky, mělnění a míchání, kdy se vytvoří dílo, které musí splňovat správné složení, a hlavně musí být dodržena salámová struktura. Kvalita díla může být ovlivněna následujícími faktory:

- Poměr libové a tučné suroviny
- Kvalita sádla
- Teplota vstupních surovin
- Použité přísady
- Kvalita použitého vybavení pro výrobu
- Ostrost nožů v kutru. [1]

Mělnění je proces, při kterém se vytvoří požadovaná struktura díla rozmělněním kusů masa a tukové tkáně na menší části. Zároveň jsou do díla zamíchávány ostatní suroviny, které mají vliv na vlastnosti masného výrobku již v téhle první fázi zpracování. Dochází k porušení svalové tkáně, což vede k uvolnění svalových bílkovin do prostoru, které se po navázání přidané soli stanou rozpustnější a ovlivňují vaznost díla. [5][21]

Zařízení používané pro mělnění je řezačka, kde bývá maso nařezáno na menší kusy, které se pak přesune do dalšího zařízení, kutru. V kutru je maso rozmělněné na jemnější části a je zde přidáváno i vepřové sádlo. Kutr je tvořen otočnou mísou, ve které je hřídel tvořená z několika nožů. Rychlost nožů a doba mělnění se dá měnit v závislosti na požadovaném stupni rozmělnění. Při rozřezávání a trhání masa v kutru dochází k tření o mísu a o nože, to vede ke zvyšování teploty masa. Vyšší teplota může způsobit nežádoucí denaturaci bílkovin, nebo mikrobiální kontaminaci, proto je doporučeno do kutru dávat maso zamrazené. [3][21]

2.2.3 Plnění díla

Plnění neboli narážení díla se odehrává na zařízení zvaném narážečka. Dílo je hned po jeho míchání naplněno pod tlakem do obalového materiálu o požadovaném průměru. Dostane tak předem určený tvar a velikost. Při plnění by se mělo dbát na určité zásady, jako je zachování struktury díla, která byla vytvořena při jeho přípravě; zachování standardní porce produktu, výkon plnění a zajištění sledovatelnosti produktů. [1][5]

Obalový materiál výrobky ochraňuje před faktory životního prostředí – fyzikální, chemické a biologické vlivy. Mohou prodloužit trvanlivost, tedy zabránit brzkému kažení a zachovávají jejich kvalitu. Obaly jsou členěny do několika kategorií:

- Přírodní střeva – řadí se mezi nejkvalitnější. Mají výborné vlastnosti při výrobě masných výrobků, kdy jsou odolná vůči natažení v důsledku plnění díla a následnému smrštění v průběhu zrání a dalším technologickým postupům. Pro spotřebitele jsou velmi lákavá pro své sensorické vlastnosti a možnost stravitelnosti.
- Klihovková střeva – jsou vyráběna z vedlejšího produktu při zpracování hovězí kůže tzv. štípenkové klihovky. Na rozdíl od přírodních jsou méně pružná, na druhou stranu pro trvanlivé výrobky jsou vhodná pro svoji propustnost pro kouř při uzení a vodní páru.
- Celulosová střeva – vyráběné z derivátů celulózy. Mezi jejich pozitivní vlastnosti patří elasticita a opět dobrá propustnost pro páru a kouř. Používají se např. pro loupací párky.
- Obaly z plastických hmot – jsou určeny pro výrobu měkkých salámů a dušených šunek. K jejich výrobě je zapotřebí látky jako polyamid, polyetylen nebo plastové fólie z polyvinylidenchloridu, polyesteru atd. [21][22]

2.2.4 Uzení

Uzení se používá za účelem konzervace potravin, kterou zajišťují látky vycházející z kouře jako např. formaldehyd nebo fenoly, dále zajišťuje údržnost potravin a slouží k osušení povrchu. Mezi sensorické účinky kouře se řadí typická chuť a vůně uzeného výrobku, na povrchu se vytváří hnědočervené zbarvení. [4]

Fermentované salámy se zauzují kouřem o teplotě kolem 20 °C ve zrací komoře. Uzení probíhá během procesu zrání pozvolna a přerušovaně, často může probíhat až několik dnů. Velký problém je v udržení nízké teploty kouře. [9]

Výše zmíněné fenoly jsou řazeny mezi nejvýznamnější složky kouře. Mají antimikrobní a antioxidantní účinky. Jsou zodpovědné právě za typické aroma pro uzenářské výrobky. Formaldehyd, který se řadí mezi karbonylové sloučeniny, je přínosem svými mikrobicidními účinky a ovlivňuje zbarvení výrobků. [21]

2.2.5 Sušení

Sušení je krok, který nastává po uzení. Využívá se jak pro trvanlivé masné výrobky tepelně opracované, tak i pro fermentované. Hlavním cílem je odstranění vody za pomoci snížení vodní aktivity. Takle skutečnost zabrání růstu mikroorganismů a tím se zvýší jejich údržnost a trvanlivost. [3]

Doba sušení u fermentovaných salámů se liší podle typu, např. Poličan má délku sušení 42 dní, uherský salám až 90 dní. Sušené salámy mají na řezu mozaikovou strukturu, kde je okem patrné střídání tukové a libové složky. Jestliže před sušením nebyl salám zauzen, bývá jeho povrch porostlý plísní. [8]

2.2.6 Fermentace a zrání

Ve fermentační komoře, kde je dílo navěšené na udírenské vozy, probíhá proces fermentace a zrání. Proces je ovlivňován podmínkami v komoře, jako jsou relativní vlhkost vzduchu a jeho teplota, rychlost proudění vzduchu. [1]

Fermentace představuje proces, při kterém jsou zkvašovány sacharidy, které mohou být do masa přidány nebo přirozeně vyskytující se, pomocí mikroorganismů na organické kyseliny, kdy je tvořena převážně kyselina mléčná. Díky tvorbě organických kyselin se sníží hodnota pH. Kyselé pH zabraňuje růstu nežádoucích mikroorganismů, čímž se zajistí dlouhá údržnost výrobku. Nižší hodnota pH také ovlivňuje pevnost struktury. [3]

Průběh zrání má u salámů vliv na změnu jejich vlastností a jakost finálního výrobku. V průběhu se vytváří textura a vykresluje se typická hnědočervená barva, dále vzniká aroma a chuť. Na změnách textury a pevnosti výrobku se projevuje vysychání a denaturace bílkovin, která nám vytváří požadovanou strukturu. [8]

Fermentační proces probíhá plynule, ale pro znázornění se může dělit do třech fází. V první fázi, která trvá 2–4 dny, se výrobek vybarvuje pomocí chemické reakce dusitanu a myoglobinu. Hodnoty pH pohybují v rozmezí 5,6–5,0 a hodnoty aktivity vody 0,96–0,94. Druhá fáze má délku 5–10 dnů. Klesne teplota v komorách, hodnoty pH a a_w se sníží. Třetí fáze probíhá u trvanlivých salámů, kde dostaneme požadovanou hodnotu aktivity vody, která je v rozmezí 0,93–0,85. [9]

Salámy, které zrají delší dobu, patří mezi kvalitnější, jsou zde lépe vytvořeny organoleptické vlastnosti a sensoricky aktivní látky. Mají delší trvanlivost, z důvodu delší doby sušení,

nehrozí zde při špatném skladování porost plísní, jako to může být u levnějších variant salámu, které měly kratší dobu zrání. [4]

3 ÚLOHA MIKROFLÓRY PŘI ZRÁNÍ FERMENTOVANÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ

Podílející se mikroorganismy (dále jen MO) na výrobě fermentovaných uzenin jsou velmi důležité, zejména jejich mikrobiální aktivita. Při zrání výrobky podléhají mléčnému kvašení, které je způsobeno aktivitou MO. Doba zrání je určena použitými kulturami, teplotou prostředí, použitím cukru a trvá zpravidla několik dní. Ve výrobku během této doby dochází k chemickým a fyzikálním změnám jako jsou dehydratace, lipolýza, proteolýza a autooxidace lipidů. Změny vedou k vytvoření látek, které jsou zodpovědné za organoleptické vlastnosti finálního produktu. Dále probíhají i biochemické procesy, díky kterým je vytvořena barva typická pro tyto výrobky, patří sem pochody jako redukce dusičnanů na dusitany a tvorba nitrosomyoglobinu. [23]

V současnosti se zkoumá použití nových startovacích kultur. Nazývají se funkční kultury. Od klasických startovacích kultur bývají odlišeny svou schopností zlepšit samotný proces fermentace, kdy je možnost dosažení větší bezpečnosti a lepší chutě produktů. Mezi jejich vlastnosti se řadí i probiotická funkce, neprodukují toxické sloučeniny nebo biogenní aminy. [24]

3.1 Mikroflóra masa

Obecně maso jatečných zvířat, drůbeže a ryb podléhá rychlému kažení působením mikroorganismů, řadí se tedy do skupiny neúdržných potravin. Vhodné prostředí pro množení zaprvé zajišťuje vysoké množství vody a bílkovin, zadruhé nízké pH. Tyto poznatky by měly být brány na vědomí při manipulaci s masem nejen v potravinářském průmyslu, ale i v běžné domácnosti. [5]

3.2 Úloha mikroflóry při zrání

Mikroflóra fermentovaných masných výrobků (dále jen FMV) je tvořena přirozenými mikroorganismy, které se vyskytují ve vstupních surovinách, se kterými se do díla dostanou. Druhou skupinu tvoří MO záměrně přidané do díla. Přidaná kultura je reprezentována nejčastěji bakteriemi mléčného kvašení (BMK) a koaguláza negativními koky (CNK). [1]

Určitý typ kultury může mít odlišné účinky pro dva rozdílné druhy salámů, proto se často používá jiná skladba kultur pro určité typy FMV. Bývají vybírány podle složení díla

a samotné fermentační technologie, kdy se budou vytvářet u různých druhů odlišné podmínky vnitřního prostředí. [24]

3.2.1 Bakterie mléčného kvašení

Mezi BMK podílející se v masném průmyslu jako startovací kultury se řadí rody *Pediococcus* a *Lactobacillus*, používají se homofermentativní bakterie. Konkrétně jsou zde zařazeny *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus sakei*, *Lactobacillus curvatus*, *Pediococcus pentosaceus*, *Pediococcus acidilactici*. [24][25]

Při procesu fermentace je ze skupiny BMK nejvíce aktivní a největší dominant *Lb. sakei*, který většinou ze všech izolovaných BMK představuje až skoro polovinu u fermentovaných klobás. Dále velké množství z BMK zaujímá *Lb. curvatus*, a to až z jedné čtvrtiny. V uzeninách jsou důležité pro tvorbu chuti, která je ovlivněna kyselinou mléčnou vzniklou pomocí fermentace ze sacharidů činností BMK. [24]

3.2.2 Koaguláza negativní stafylokoky

Mezi CNK jsou zařazena zástupci *Staphylococcus carnosus* a *Staphylococcus xylosus*. Jejich působení ve FMV je odlišný. Výskyt kmene *S. xylosus* je u FMV, které jsou připravovány bez přidání startovací kultury, běžný. Naproti tomu *S. carnosus* a jeho použití jako startovací kultury je méně častý z důvodu jeho malé aktivity při samovolném kvašení. [26]

S. carnosus je po přidání do salámového díla velmi účinný během následující fermentace. Jeho geny jsou důležité pro technologické vlastnosti a adaptibilitu na fermentační procesy v masných výrobcích. Přispívají k redukci dusičnanů a dusitanů, degradaci sacharidů a aktivitě katalázy. Z pohledu bezpečnosti potravin je tenhle kmen neškodný k lidskému zdraví, protože nenesou geny, které by mohly způsobit patogenitu nebo virulenci. [26]

Již zmíněná redukce dusičnanů je velmi důležitá schopnost, protože dusičnan se podílí na vybarvení FMV, ke které dojde pouze v případě jeho redukce na dusitan. Reakce se uskutečňuje v díle a zapříčiňuje ji bakteriální nitrátreduktáza. Tento katabolický enzym se stane aktivní při příchodu dusičnanu a zpustí se reakce. [1]

3.3 Nežádoucí působení mikroflóry masa

Maso zvířat, která jsou zdravá, odpočatá a nejsou vystavována stresu, je téměř bez obsahu patogenních MO, ale není vyloučena jeho kontaminace. Zvíře může být kontaminováno

intravitálně, tzv. primární kontaminace, kdy je infikováno patogenními MO přes střevní mikroflóru, nebo přes otevřenou ránu, která vytvoří dobrou vstupní bránu pro MO z vnějšího prostředí. Kontaminace může být i sekundární – postmortální (po smrti). Do téhle skupiny kontaminace jsou zahrnuty procesy od samotného poražení zvířete, přes technologické zpracování až po samotnou spotřebu finálního výrobku. [9]

Mezi nežádoucí MO, které svou přítomností znehodnocují a snižují kvalitu masných výrobků, se řadí gramnegativní a grampozitivní tyčinky a mikrokoky, konkrétně *Pseudomonas* (*P. fragi*, *P. fluorescens*, *P. putida*, *P. lundensis*), *Shewanella putrefaciens*, *Photobacterium phosphoreum*, *Brochothrix thermosphacta*, *Enterobacteriaceae*, *Acinetobacter* spp., *Alcaligenes* spp., *Moraxella* spp., *Flavobacterium* spp., *Staphylococcus* spp., *Micrococcus* spp. [27]

Změny v důsledku kažení výrobku se liší podle převládajícího MO, vnitřních podmínek samotného výrobku (obsah cukru, vody, lipidů, enzymatická aktivita, pH) a na vnějších podmínkách prostředí (teplota, způsob zabalení, délka skladování). [1]

Vady způsobené výše zmíněnými MO a faktory u FMV mohou být následující

- Lepkavý povrch – při intenzivním nárůstu mikroorganismů na povrchu výrobku. Už na počátku fermentace je vada detekována pouhým okem. Ve fermentační komoře jsou nastaveny špatné vnější podmínky (vysoká vlhkost, vysoká teplota, vodní film na povrchu salámů), které jsou dokonalým prostředím pro pomnožení MO. Vada se projevuje silnou vrstvou biofilmu na povrchu, silným zápachem po amoniaku (aktivita proteolytických enzymů produkovaných *Pseudomonas* spp., *Corynebacterium* spp.) a změnou barvy do žluté až zelené.
- Zaplísnění povrchu – zaplísnění vytváří na povrchu výrobku zelenou až hnědou barvu plísně, která poslouží jako varovný signál pro spotřebitele, že výrobek není vhodný ke koupi. Zaplísnění je převážně způsobováno kmeny *Penicillium* spp., které se rozmnoží opět v příznivých vnějších podmínkách jako je vlhkost, nízké proudění vzduchu atd. [1]

3.3.1 Faktory ovlivňující mikrobiální kažení masa

Pro zabránění růstu a množení nežádoucí mikroflóry je důležité během procesu FMV ovlivnit vnitřní faktory výrobku, které napomáhají kažení masa. Během výroby je důležité snížit hodnotu pH, kdy jeho hodnota syrového masa je neutrální, tedy okolo 7,0. Takové pH

je příznivé pro množení MO, a proto je důležité jeho hodnotu snížit na kyselejší a tím je vytvořena první překážka pro patogenní MO. Dalším faktorem je aktivita vody, která by měla být u tepelně neopracovaných masných výrobků snížena pod hodnotu 0,93, jak už bylo zmíněno výše. Dále růst MO může ovlivnit oxidačně/redukční potenciál, který ovlivňuje řadu oxidačních reakcí. Chemické složení vytváří pro MO vhodný zdroj energie a živin, které ovlivňují jejich růstový faktor, proto je vhodné použití různých kořenících směsí při samotné výrobě, které ve výrobku poslouží jako antimikrobiální látky. [28]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem práce bylo pozorovat změnu vybraných parametrů u modelových vzorků fermentovaných masných výrobků, u kterých byly použity různé startovací kultury a byly naráženy do obalů o různém kalibru. Cílem bylo sledovat během fermentace, zrání a následného skladování tyto parametry:

- pH,
- aktivitu vody,
- barvu.

4.1 Výroba vzorků

Byly vyrobeny 4 šarže FMV, přičemž se od sebe odlišovaly použitím startovací kultury. Jako vstupní surovina bylo použito 2500 g hovězí plece, 2500 g vepřové kýty a 2500 g hřbetního sádla. Hovězí a vepřové maso bylo použito ve zmraženém stavu, vepřové sádlo bylo jenom zchlazené. Jako spojka bylo použito 700 g hovězí plece z celkového množství, které bylo pomleté najemno a 1800 g hovězí plece bylo použito jako vložka. Dále byla přidána dusitanová solící směs v množství 150 g a 5,4 g dextrózy a rozdílné startovací kultury podle vyráběných šarží (viz níže; přepočteno na celkovou hmotnost díla dle doporučení dodavatele kultur). Vše bylo přidáno do kutru, rozmělněno na požadovanou zrnitost výrobku a důkladně promícháno.

Následovalo plnění směsi do obalového materiálu. Každá šarže byla naplněna do dvou průměrů obalového materiálu. Průměr o velikosti 55 mm nesl označení V a průměr o velikosti 24 mm s označením M. Po naplnění bylo dílo zavěšeno na stojany, kde každá šarže musela být příslušně označena:

- Vzorky K – kontrolní kultura LHP-DRY *Pediococcus acidilactici* a *Pediococcus pentosaceus* (2 g)
- Vzorky C – *Staphylococcus carnosus* kultura Bactoferm C-P-77 (2,5 g)
- Vzorky S – *Staphylococcus carnosus* kultura Bactoferm CS-299 (1 g)
- Vzorky X – *Staphylococcus xylosus* kultura Bactoferm S-SX (2,5 g)

Během fermentace a zrání probíhaly odběry v předem stanovených časech. První měření probíhalo v den výroby. Druhé měření bylo po 24 hodinách od začátku fermentace, která probíhala při 28 °C. Následně probíhalo sušení při teplotách 28-18 °C cca 21 dnů. Odběry

a měření probíhaly vždy po týdnu, tedy 7., 14., 21. a 28. den od výroby. Po důkladném vysušení probíhala skladovací zkouška, kdy se vzorky udržovaly při teplotách 6–8 °C, kdy měření bylo realizováno v odstupu 7. a 11. týden od výroby.

4.2 Měření vodní aktivity

Aktivita vody byla měřena při každém odběru u každého vzorku. U vzorků M (24 mm) byla měřena pouze z jednoho místa. U modelových výrobků V (55 mm) byly odebírány vzorky ze dvou míst – zvlášť ze středu vzorku a zvlášť z okraje vzorku. Důvodem byla rozdílná rychlost vysychání vzorků, které probíhalo od kraje po střed.

Patříčná část vzorku byla odebrána a vložena do malé misky, která byla dána do přístroje na měření vodní aktivity (AquaLab 4Te) a následně byla změřena hodnota. Každý vzorek byl měřen třikrát.

4.3 Měření pH

Měření probíhalo po odebrání a nakrojení vzorku. Měřilo se pomocí digitálního vpichového pH metru (HANNA Foodcare; HANNA Instruments). Elektroda byla zapíchnuta do rozkrojeného vzorku a po ustálení hodnoty byla na displeji zobrazena hodnota pH. Měření probíhalo ve středu u každého typu vzorků u varianty M i V. Každý vzorek byl měřen třikrát.

4.4 Měření barvy

Při měření barvy byl zvolen trojrozměrný prostor CIE, přičemž byly měřeny 3 parametry. Parametr L^* charakterizuje jas neboli světlost a jeho hodnota se pohybuje v rozmezí od 0 do 100, tedy od černé po bílou. Parametr a^* značí přechod mezi červenou a zelenou barvou a parametr b^* značí přechod mezi žlutou a modrou barvou. Hodnoty a^* i b^* nabývají rozsahu od -60 do +60, kdy negativní hodnota u parametru a^* značí zelenou barvu a u hodnoty b^* barvu modrou. Naopak, když je přítomná hodnota kladná, tak u a^* nám udává údaj pro červenou barvu a u b^* pro žlutou. Měření probíhalo šestkrát, kdy první probíhalo 24 hodin po výrobě. Dále už v plánu měření byly zařazeny větší rozestupy – 1, 3, 4, 7, 11 týdnů od výroby.

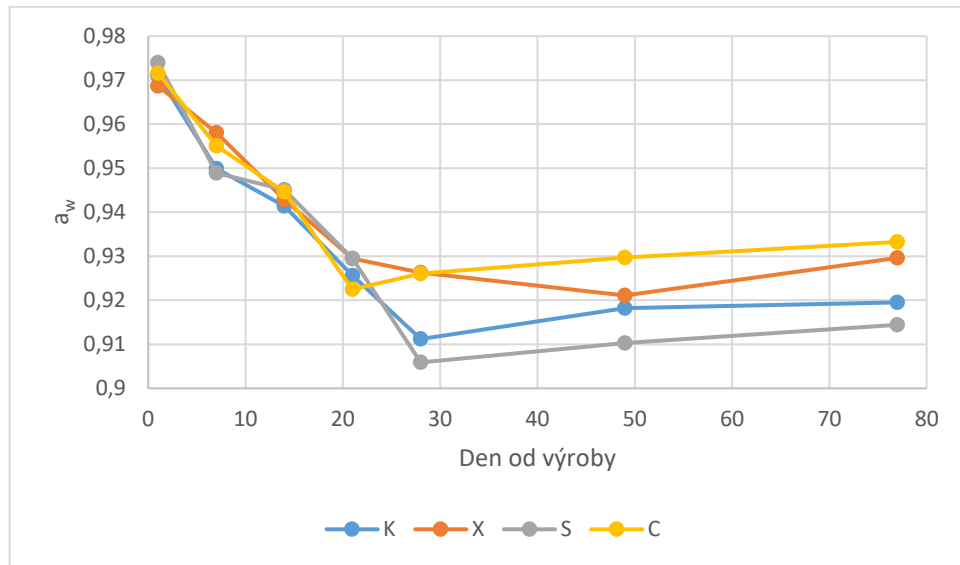
Před samotným měřením byla provedena kalibrace přístroje, kdy se kalibrovalo na bílé a černé pozadí. Teprve potom mohly být měřeny salámové vzorky, kterým předcházela homogenizace do kompaktní hmoty. Jednotlivé vzorky K, X, S, C byly namazány

do měřících mističek, které byly postupně přikládány na přístroj (Ultrascan PRO; HunterLab). Každý vzorek byl proměřen pětkrát.

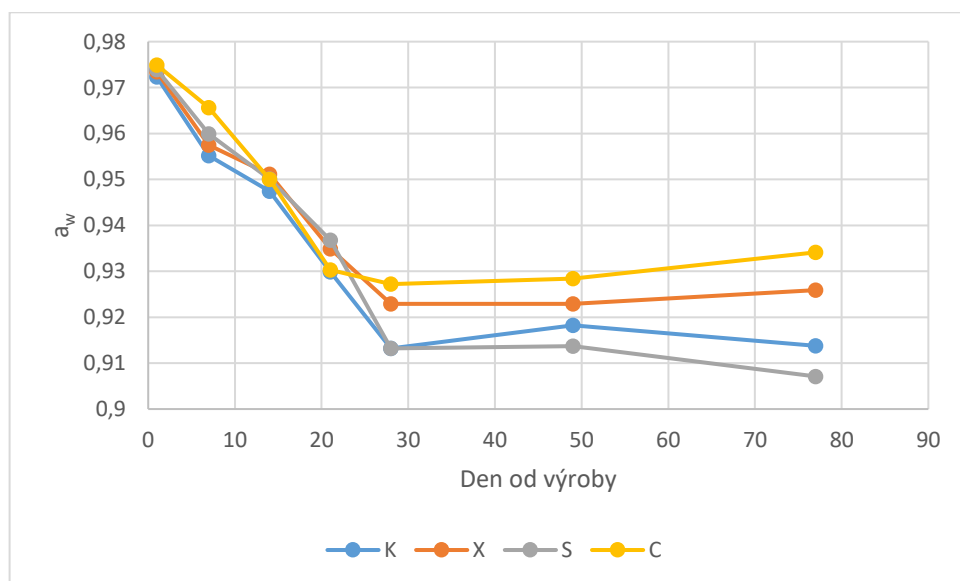
5 VÝSLEDKY A DISKUZE

5.1 Hodnocení aktivity vody

V průběhu fermentace a zrání by měla aktivita vody u FMS klesat. Na Obr. 1 a 2 jsou znázorněny křivky vývoje hodnot vodní aktivity u jednotlivých modelových vzorků s větším kalibrem. Z obrázků je patrná klesající tendence hodnot vodní aktivity.

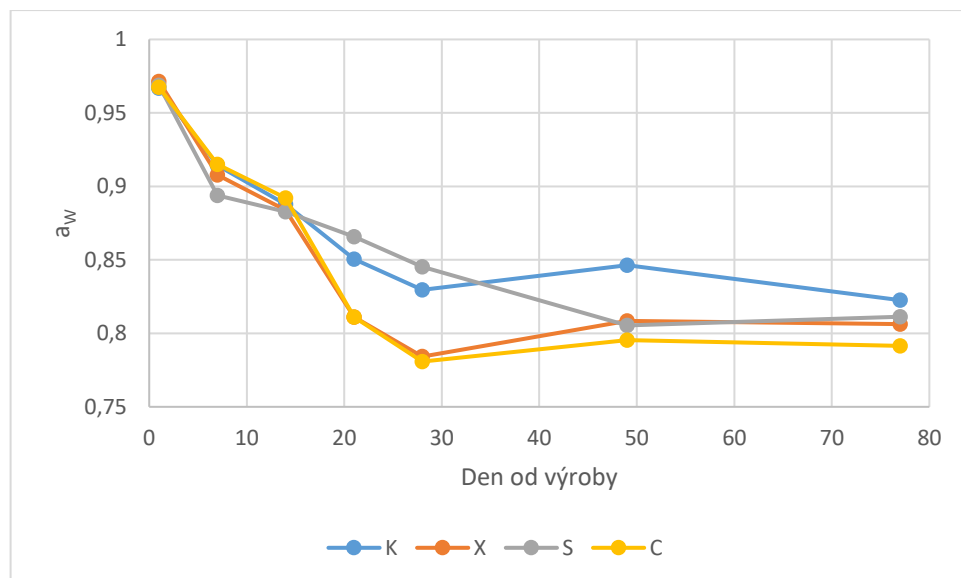


Obrázek 1 Závislost aktivity vody na průběhu fermentace a zrání pod obalem výrobků s větším průměrem



Obrázek 2 Závislost aktivity vody na průběhu fermentace a zrání ve vnitřní části výrobků s větším průměrem

Z obou grafů je patrné, že aktivita vody klesala pouze do 28. dne ode dne výroby s výjimkou vzorku C, u kterého se snižování obsahu vody zastavilo o týden dříve (již po 20. dni od výroby). V následujících dnech již nedocházelo k výraznějším změnám. Při hodnocení jednotlivých vzorků bylo zjištěno, že nižší hodnoty aktivity vody mají modelové vzorky S a K, u kterých vodní aktivita klesala na hodnotu 0,91. Konečná hodnota vodní aktivity u vzorku X byla 0,92 a u vzorku C 0,93. Hodnota vodní aktivity vzorku C je hraniční vzhledem k vyhlášce 69/2016 SB., která udává maximální hodnotu vodní aktivity u fermentovaných masných výrobků tepelně neopracovaných 0,93. Obrázky 1 a 2 poukazují na měření vodní aktivity z části výrobku pod obalem salámu a vodní aktivity z vnitřní části salámu. Obecně platí, že vysychání probíhá směrem z krajní části do středu. Proto hodnoty v Obr. 2, které značí hodnoty vodní aktivity pro střed salámu, jsou vyšší než v Obr. 1.



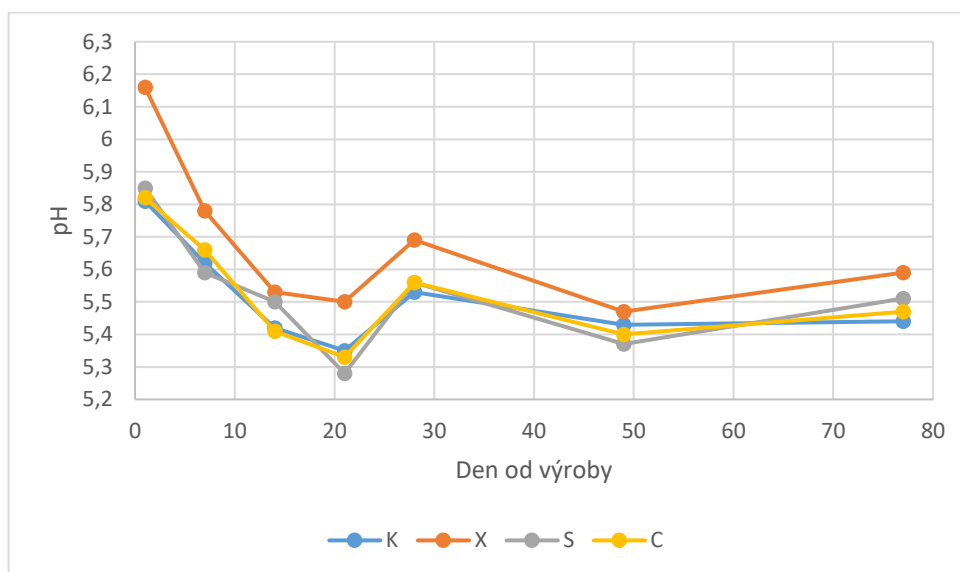
Obrázek 3 Závislost aktivity vody na průběhu fermentace a zrání u výrobků s menším průměrem

Vývoj aktivity vody u výrobků s menším průměrem je znázorněn na obrázku 3. Hodnota aktivity vody u vzorků klesala do 28. dne od výroby. Vzorek K 28. den po výrobě nenabýval tak nízké hodnoty aktivity vody jako vzorky X a C. Jejich vodní aktivita klesla až na hodnotu 0,78. Výjimkou je vzorek S, u kterého hodnota klesala až do 49 dne od výroby. Konečné hodnoty vodní aktivity všech modelových vzorků klesly pod hodnotu 0,83.

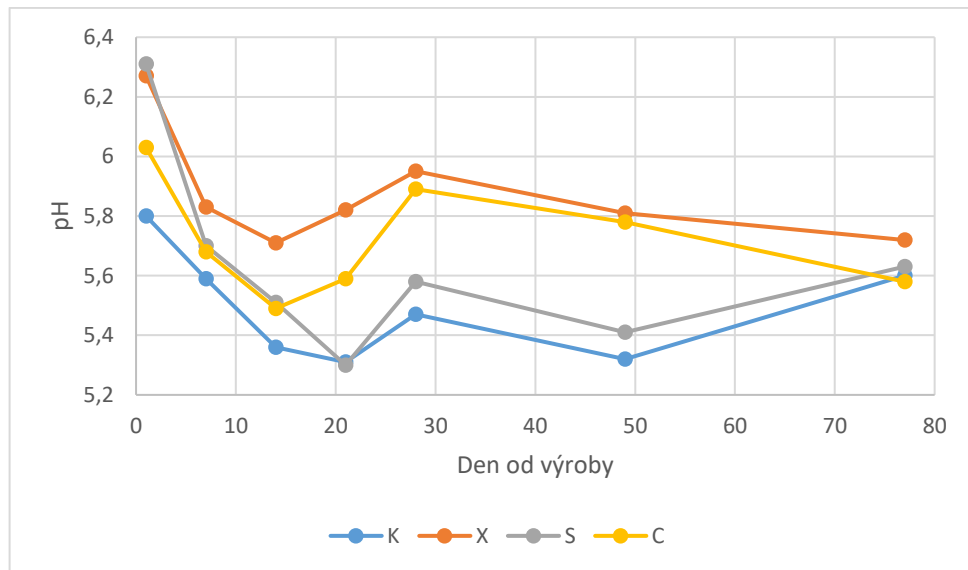
Z obrázků 2 a 3 je patrné, že u vzorků s menším průměrem klesala vodní aktivita rychleji a nabývala nižších konečných hodnot. Hodnoty vodní aktivity vzorků s větším průměrem neklesly pod 0,90 z důvodu pomalejšího vysychání.

5.2 Hodnocení pH

Při měření pH byl proměřen každý vzorek třikrát u každého měření. Průměrné hodnoty jsou zaznamenány na obrázcích 4 (modelové výrobky s větším kalibrem) a 5 (výrobky s menším průměrem). Můžeme si povšimnout, že hodnota pH razantně klesala až do 21. dne ode dne výroby. Velký pokles je dán intenzivním mléčným kvašením, které zapříčiňují přidané startovací kultury. V prvních dnech intenzivně přeměňují přidanou dextrózu na organické kyseliny, mezi které se jako hlavní produkt řadí kyselina mléčná. Způsobuje změnu prostředí na kyselé. [24] Při dalším měření, tedy 28. den od výroby, bylo zaznamenáno u všech vzorků snížení kyselosti, tedy zvýšení hodnoty pH. Důvodem může být to, že přítomné BMK už spotřebovaly substrát pro tvorbu kyseliny a jejich aktivita se pozastavila. Kyselina mléčná mohla být přítomnou mikroflórou rozkládána na jiné organické produkty zvyšující hodnotu pH. Vzorky K, S a C podle grafického znázornění měly počáteční a koncové hodnoty pH velmi podobné, včetně samotného průběhu. U vzorku X byly zjištěny vyšší hodnoty pH než u ostatních vzorků. Toto může být způsobeno přidanou kulturou S-SX, která nemusí mít tak dobré vlastnosti pro tvorbu kyseliny mléčné.



Obrázek 4 Závislost pH na průběhu fermentace a zrání u výrobků s větším průměrem



Obrázek 5 Závislost pH na průběhu fermentace a zrání u výrobků s menším průměrem

Měření pH u vzorků s průměrem 24 mm probíhalo obdobně jako u vzorků s průměrem větším. U vzorku K byl zjištěn interval rozmezí hodnot od pH 5,8 do 5,3. u vzorků S a C bylo zaznamenáno vyšší počáteční pH v porovnání se vzorky s průměrem 55 mm. Počáteční hodnota u modelového vzorku S byla 6,3, která je významně vyšší než u ostatních testovaných vzorků, ale jejich konečná hodnota pH je obdobná (pH = 5,3). Může to být způsobeno právě menším průměrem výrobků, kdy nám stejná startovací kultura u tohoto vzorku vytvořila stejné množství kyseliny mléčné. Toto může poukazovat na to, že z vyššího počátečního pH u modelového výrobku menšího průměru došlo k okyselení na stejnou hodnotu, jako tomu bylo u výrobků většího průměru. Vzorky C o menším a větším průměru jsou taky odlišné v hodnotách pH, ale rozdíl tam není tak výrazný. Zcela odlišný průběh změny pH byl pozorován u modelového vzorku X o menším kalibru, u kterého byl zaznamenán největší pokles hodnoty pH mezi 1. a 2. měřením, kdy počáteční hodnota byla 6,27. Poté nebyly zaznamenány významnější změny pH. Snížení kyselosti bylo zaznamenáno, na rozdíl od ostatních vzorků, až 28 dnů od výroby, následně hodnota pH klesla na konečnou hodnotu 5,8, která patří k nejvyšším konečným hodnotám pH ze všech testovaných vzorků.

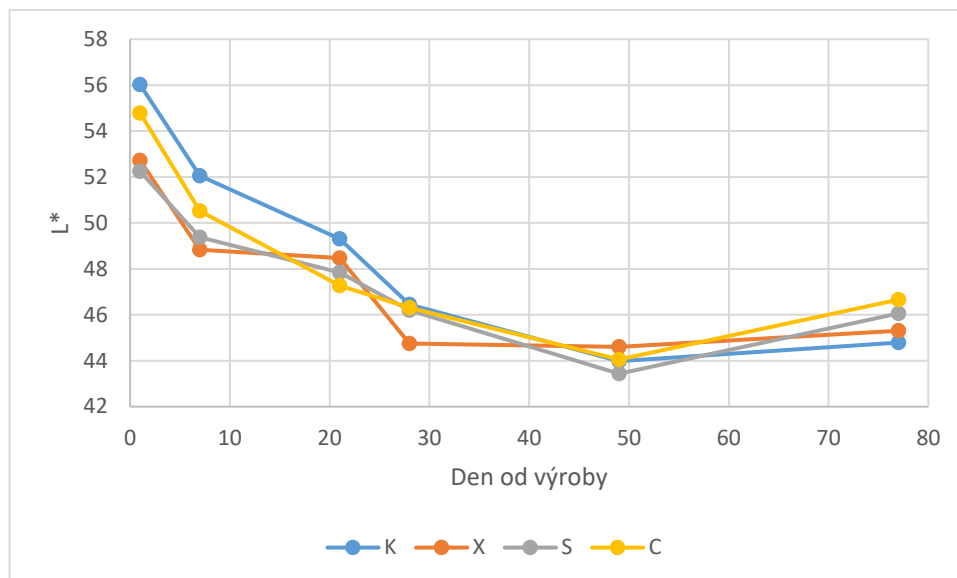
Startovací kultury použité při výrobě modelových FMV vedly ke snížení hodnoty pH, kdy největší pokles byl zaznamenán v prvním a druhém týdnu od výroby. Rychlé snížení je způsobeno právě rychlejší tvorbou mléčné kyseliny v počáteční fázi fermentace. V našem

případě byl u vzorků s větším průměrem zaznamenán pokles hodnot pH až do třetího týdne od výroby. Důvodem rozdílu může být použití odlišné startovací kultury nebo odlišné velikosti vzorků.

V případě vzorků s menším průměrem už se doba nejrychlejšího poklesu shoduje s citovanou studií. **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.** U vzorků K, X, a C byl největší pokles hodnot pH také zaznamenán po dvou týdnech od výroby, podobně jako u modelových vzorků s větším průměrem. Výjimku tvořil vzorek S, u kterého byl nejvyšší pokles hodnot pH zaznamenán až ve třetím týdnu, avšak bylo dosaženo nejnižšího pH. Důvodem může být použitá kultura *Staphylococcus carnosus*, která nemusí mít schopnost produkovat organické kyseliny tak rychle, jako tomu je u ostatních kultur.

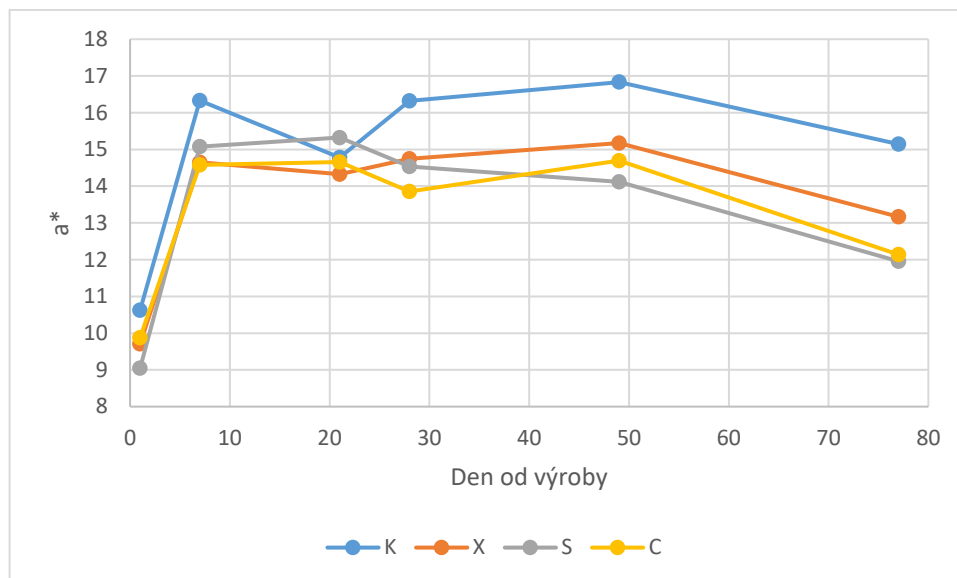
5.3 Hodnocení barvy

Průběh hodnoty jasu L^* během fermentace, zrání a skladování modelových fermentovaných masných výrobků je graficky znázorněn na Obr. 6. Z výsledků je patrné, že hodnota jasu L^* u všech vzorků klesala. Klesající tendence křivek značí, že v průběhu fermentace a zrání se jas pohyboval od světlejší intenzity po tmavší. Postupné tmavnutí vzorků způsobují startovací kultury, díky kterým se počáteční dílo narůžovělé barvy zbarvilo na tmavší červenou – pokles hodnot do tmavé oblasti. Menší výkyvy hodnoty jasu u jednotlivých vzorků mohou být způsobeny špatnou homogenizací vzorků, kdy došlo k horšímu smíchání okrajové část salámového výrobku, která má tmavší zbarvení z důvodu většího vysušení než část vnitřní. Hodnoty jasu všech analyzovaných vzorků nevykazují výraznější rozdíly, všechny použité startovací kultury tedy mají přibližně vliv na hodnotu jasu.

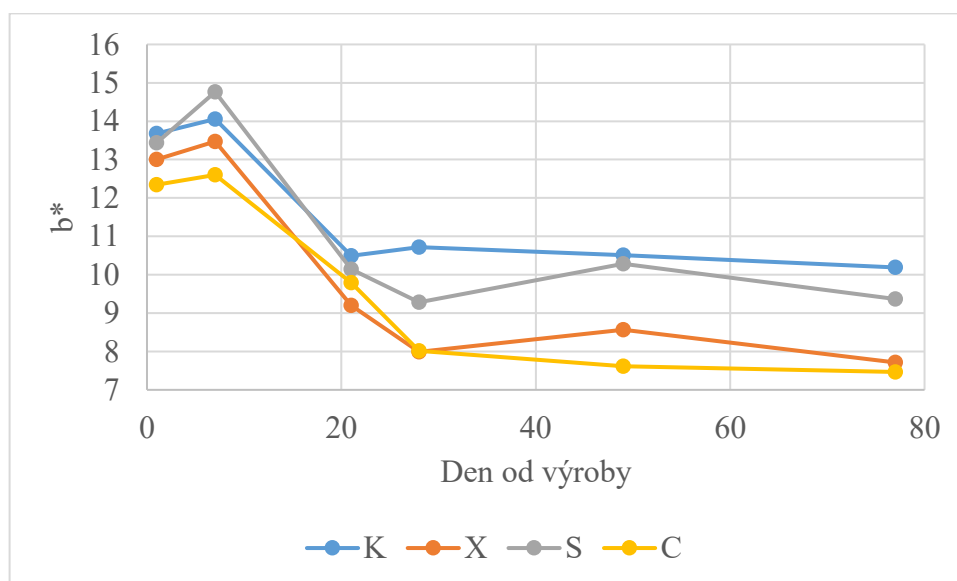


Obrázek 6 Závislost parametru L^* modelových vzorků fermentovaných masných výrobků na procesu fermentace a zrání

Z výsledků parametru a^* , které jsou graficky znázorněny na Obrázku 7 je patrné, že parametry nabývají kladných hodnot. Tyto výsledky jsou v souladu s našim očekáváním. Protože se v tomto případě jedná o měření barvy masných výrobků, je škála hodnot umístěna směrem do červeného rozhraní. Největší změny barvy jsou viditelné mezi 1. a 7. dnem od výroby, a to u všech analyzovaných vzorků. Důvodem největšího barevného rozdílu pravděpodobně bude nejvyšší aktivita startovacích kultur právě v prvních dnech, kdy probíhá samotná fermentace. Je možné zohlednit i případné zauzení výrobku, které má vliv na barevnost. Následující dny nedošlo u změny parametru a^* k razantním rozdílům. Při srovnání jednotlivých vzorků mezi sebou se velmi mírně odlišuje vzorek K, u kterého se hodnota parametru a^* pohybovala ve vyšších hodnotách než u zbývajících vzorků X, S, C.



Obrázek 7 Závislost parametru a^* modelových vzorků fermentovaných masných výrobků na procesu fermentace a zrání



Obrázek 8 Závislost parametru b^* modelových vzorků fermentovaných masných výrobků na procesu fermentace a zrání

Hodnoty parametru b^* jsou u všech modelových vzorků fermentovaných masných výrobků v kladné části spektra, spadají tedy do žluté oblasti, která souvisí s druhem měřeného typu výrobku. Záporná oblast, která náleží do modré barevné škály, by nekorespondovala s použitými surovinami a vlastnostmi finálního výrobku. Na obrázku 8 je patrná klesající tendence hodnot parametru b^* . Nejvyšší pokles hodnot nastal mezi 7. a 14. dnem ode dne výroby. U modelových vzorků X a C, u kterých byla použita kultura Bactoferm S-SX a

Bactoferm C-P-77, klesly hodnoty tohoto parametru na mnohem nižší úroveň, než tomu bylo u vzorků S a K.

ZÁVĚR

Cílem bakalářské práce bylo posoudit vliv startovacích kultur a vliv různého kalibru na vybrané parametry v průběhu fermentace a zrání výrobků. Vybranými testovanými parametry byly hodnoty pH, aktivity vody a změna barvy.

Na pokles aktivity vody má vliv průměr (tloušťka) modelového vzorku, kdy výrobky o menším průměru vysychaly rychleji. Nižší hodnoty aktivity vody byly zaznamenány také těsně pod obalem výrobků o větším průměru než v jejich středu. Toto je možné vysvětlit způsobem vysychání (a tím i poklesem hodnot vodní aktivity) od kraje směrem ke středu.

Hodnoty pH výrobku jsou ovlivněny použitou startovací kulturou a jejich schopnostmi zkvašovat použitý substrát za následné tvorby kyseliny mléčné. Změny hodnot pH u analyzovaných modelových vzorků měly obdobný průběh, přičemž u vzorků X a C došlo při vyčerpání substrátu ke ztrátě okyselení.

Výsledky změny barvy v průběhu fermentace a následného skladování modelových vzorků fermentovaných masných výrobků byly podle očekávání vzhledem k danému typu výrobků. U těchto výrobků na průběh barvy mají vliv přidané startovací kultury. Všechny tři měřené parametry (L^* , a^* a b^*) spadaly do předpokládané části měřeného spektra.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KAMENÍK, Josef. *Hygiena a technologie masa: Trvanlivé masné výrobky* [online]. Brno, 2012 [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: [skripta_kamenik_2012.pdf](#) (vfu.cz)
- [2] Vyhláška o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. In: 69.2016
- [3] KADLEC, Pavel, Karel MELZOCH a Michal VOLDŘICH. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava, 2012 [cit.2021-03-02]. ISBN 978-80-7418-145-0.
- [4] KADLEC, Pavel. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?* Ostrava, 2009. ISBN 978-80-7418-051-4.
- [5] INGR, Ivo. *Produkce a zpracování masa*. Vyd. 2., nezměněn. V Brně: Mendelova univerzita, 2011. ISBN 978-80-7375-510-2.
- [6] ROCKLAND, B, Louis and Larry R. BEUCHAT. *Water Activity: Theory and Applications to Food* [online]. Boca Raton, 1987 [cit. 2021-03-11]. ISBN 978203734148.
- [7] KAMENÍK, Josef. *Maso jako potravina: Produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Fakulta veterinární hygieny a ekologie, 2014. ISBN 978-80-7305-673-5.
- [8] HRABĚ, Jan. *Technologie výroby potravin živočišného původu*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati, 2006. ISBN 80-7318-405-2.
- [9] STEINHAUSER, Ladislav. *Hygiena a technologie masa*. Brno: Vydavatelství potravinářské literatury LAST, 1995. ISBN 80-900260-4-4.
- [10] STEINHAUSER, Ladislav. *Produkce masa*. Tišnov: Vydavatelství potravinářské literatury Steinhauser – LAST, 2000. ISBN 80-900260-7-9.
- [11] KAMENÍK, Josef. *O barvě masa* [online]. 2016. Dostupné z: [Barva-masa-MVDr.-J.-Kamenik.pdf](#) (vyzivaspol.cz)
- [12] RUIZ DE HUIDOBRO F., Miguel E., Blázquez B., Onega E. *A comparison between two methods (Warner-Bratzler and texture profile analysis) for testing either raw meat or cooked meat*. Meat Science. 2005, 69 (3), 527-536. ISSN 0309-1740.
- [13] BOURNE, Malcolm C. *Food Texture and Viscosity – Concept and Measurement – Texture and Processing*. 2002

- [14] Bezpečnost potravin A-Z. *Internetový portál bezpečnosti potravin* [online]. Dostupné z: <https://www.bezpecnostpotravin.cz/az/termin/76457.aspx>
- [15] Water Activity (a_w) in Food, FDA. *U.S. Food and Drug Administration* [online]. Dostupné z: <https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods>
- [16] LEROY, F., Greyzen, A., Janssens, M. et al. *Meat fermentation at the crossroads of Innovation and tradition: A historical outlook*. Trends in Food Science and Technology, 31: 130-137. 2013
- [17] DICKEMAN, M., Devine, C. (2014). *Encyclopedia of Meat Sciences (2nd Edition) – Technology of Dry and Semidry Sausages*. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00U6H183/encyclopedia-meat-sciences/technology-dry-semidry>
- [18] *Maso: Odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa a masných výrobků* [online]. 28. Brno: ČON České a slovenské odborné nakladatelství, 2017 [cit.-2021-04-01]. ISSN 1210-4086.
- [19] *Maso: Odborný časopis pro výrobce, zpracovatele a prodejce masa a masných výrobků*. [online]. Brno: ČON České a slovenské odborné nakladatelství, 2012 [cit. 2021-04-01]. ISSN 1210-4086.
- [20] LÁT, Jaromír. *Technologie masa*. Praha: SNTL, 1984.
- [21] INGR, Ivo. *Technologie masa*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996. ISBN 80-7157-193-8.
- [22] LEE, K. T. *Quality and safety aspects of meat products as affected by various physical manipulations of packaging materials*. Meat Science. [online]. September 2010, 86(1), 138-150 [cit. 2021-04-29].
- [23] RAI V, Ravishankar a Jamuna A. BAI. *Beneficial Microbes in Fermented and Functional Food* [online]. Boca Raton: CRC Press, 2014 [cit.2021-04-29]. ISBN 9780429189744.
- [24] LEROY, F., Verluyten, J., De Vuyst, L. *Functional meat starter cultures for improved sausage fermentation*. International Journal of Food Microbiology, 106: 270-285. 2006.

- [25] KROČKO, M., Čaniganová, M., Vančíková, E., Flimelová, E. Bobková, A., *Vplyv štartovacej kultury na mikrobiologickú kvalitu trvanlivého tepelne neopracovaného mäsového výrobku*. Potravinarstvo, 7, Special Issue: 91-96. 2013
- [26] STAVROPOULOU, Despoina Angeliki, Hannelore DE MAERE, Alberto BERARDO, Bente JANSSENS, Panagiota FILIPPOU, Luc DE VUYST a Frédéric LEROY. *Pervasiveness of Staphylococcus carnosus over Staphylococcus xylosum is affected by the level of acidification within a conventional meat starter culture set-up*. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2018, 2 June 2018n. 1., 274, 60-66 [cit. 2021-4-28]. ISSN 0168-1605. Dostupné z: [https://www-sciencedirect-com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0168160518300825](https://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0168160518300825)
- [27] MOTARJEMI, Y., Lelieveld, H. (2014). *Food Safety Management – A Practical Guide for the Food Industry - 6.2.4 Meat Fermentations*.
- [28] UMARAW, P., Paulo E.S. MUNEKATA, Akhilesh K. VERMA, Francisco J. BARBA, Pavan KUMAR a José M. LORENZO. *Edible films/coating with tailored properties for active packaging of meat, fish and derived products*. *Trends in Food Science & Technology* [online]. 2020, April 2020, 98, 10-24 [cit. 2021-4-29]. ISSN 0924-2244. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224419307265>
- [29] LORENZO, J., Gómez, M., Foncesa, S. *Effect of commercial starter cultures on physicochemical characteristics, microbial counts and free fatty acid composition of dry-cured foal sausage*. *Food Control*. 2014, (46), 382-389. ISSN 0956-7335.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

MO Mikroorganismy

FMV Fermentované masné výrobky

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Závislost aktivity vody na průběhu fermentace a zrání pod obalem výrobků s větším průměrem	33
Obrázek 2 Závislost aktivity vody na průběhu fermentace a zrání ve vnitřní části výrobků s větším průměrem	33
Obrázek 3 Závislost aktivity vody na průběhu fermentace a zrání u výrobků s menším průměrem.....	34
Obrázek 4 Závislost pH na průběhu fermentace a zrání u výrobků s větším průměrem.....	35
Obrázek 5 Závislost pH na průběhu fermentace a zrání u výrobků s menším průměrem ...	36
Obrázek 6 Závislost parametru L^* modelových vzorků fermentovaných masných výrobků na procesu fermentace a zrání.....	38
Obrázek 7 Závislost parametru a^* modelových vzorků fermentovaných masných výrobků na procesu fermentace a zrání.....	39
Obrázek 8 Závislost parametru b^* modelových vzorků fermentovaných masných výrobků na procesu fermentace a zrání.....	39