

Hodnocení průběhu změn u fermentovaných masných výrobků

Vít Dikoras

Bakalářská práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Vít Dikoras**
Osobní číslo: **T18471**
Studijní program: **B2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Chemie a technologie potravin**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Hodnocení průběhu změn u fermentovaných masných výrobků**

Zásady pro vypracování

1. Výroba modelových vzorků fermentovaných masných výrobků.
2. Sledování technologických vlastností modelových vzorků.
3. Vyhodnocení a porovnání sledovaných parametrů.
3. Diskuze s literaturou a závěry experimentu.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] STEINHAUSER, L. a kol., Hygiena a technologie masa, LAST Brno, 1995, 1. vydání. ISBN 80-9002260-4-4; 664s
- [2] KAMENÍK, J., Trvanlivé masné výrobky, VFU BRNO 2011, ISBN 978-80-7305-106-8; 248s
- [3] KADLEC, P. Technologie potravin II. 1. vyd. Praha: VŠCHT, 2002, ISBN 80-7080-510-2. 236s
- [4] ALVAREZ, M. A.; MORENO-ARRIBAS, V.: The problem of biogenic amines in fermented foods and the use of potential biogenic amine-degrading microorganisms as a solution, Trends in Food Science and Technology, vol. 39, 2, 2014, p. 146-155
- [5] TORNBERG, E.: Biophysical aspects of meat tenderness, Meat Science, vol. 43, 1, 1996, p. 175-191

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Robert Gál, Ph.D.**
Ústav technologie potravin

Datum zadání bakalářské práce: **31. prosince 2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **21. května 2021**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 8. února 2021

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, považuji 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

Bakalářská práce se zabývá zpracováním vepřové pečeně metodou fermentace, sušení a studeného uzení. V průběhu výroby jsou sledovány důležité technologické parametry jako aktivita vody, pH, barva a textura měřená metodou podle Warnera-Bratzlera. Práce si klade za cíl vyrobit senzorycky příjemný produkt a na základě výsledků měření a porovnání s literaturou navrhnout změny, které by mohly vést ke zlepšení sledovaných parametrů a tím ke zlepšení senzorycké jakosti.

Klíčová slova: fermentace masa, studené uzení, aktivita vody, pH, barva, WBS

ABSTRACT

Bachelor thesis is focused on processing of pork loin using fermentation, dry-curing and cold smoking. During the process are measured important technological parameters such as water activity, pH, colour and texture by Warner-Bratzler. Main objective is manufacturing of sensorically good product. In comparison with literature another objective is to design an improvement which should lead to better results and preferable sensorical quality.

Keywords: fermented meat, cold smoking, water activity, pH, colour, WBS

Velké poděkování patří především panu Ing. Robertu Gálovi Ph.D. za cenné rady při zpracování bakalářské práce a za čas, který mi věnoval. Dále děkuji také personálu ústavu potravin, a to jak vyučujícím za jejich příjemný lidský přístup, tak i laborantkám a panu Ing. Tomáši Valentovi Ph.D. za vstřícnost a pomoc při analýzách.

Důležité poděkování náleží mé rodině a kamarádům, především mým rodičům za podporu a motivaci ve studiu a také v nelehké době online výuky.

OBSAH

ÚVOD.....	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 SLOŽENÍ A VLASTNOSTI MASA.....	13
1.1 STAVBA SVALU	13
1.1.1 Příčně pruhovaná svalovina	13
1.2 NUTRIČNÍ VÝZNAM MASA.....	13
1.2.1 Bílkoviny.....	14
1.2.2 Tuky	14
1.2.3 Minerální látky	15
1.2.4 Vitaminy.....	15
2 SORTIMENT CELOSVALOVÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ.....	16
2.1 ALPY	16
2.1.1 Parmská šunka (Prosciutto di Parma)	16
2.1.2 Tyrolský špek (Tiroler speck)	17
2.2 PYRENEJE.....	18
2.2.1 Bayonne.....	18
2.3 USA.....	19
2.3.1 Country ham.....	19
2.4 ČÍNA.....	20
2.4.1 Jinhua	20
2.5 AFRIKA	21
2.5.1 Biltong.....	21
3 TECHNOLOGIE VÝROBY TRVANLIVÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ	22
3.1 FERMENTACE A SUŠENÍ MASNÝCH VÝROBKŮ	22
3.2 PŘÍPRAVA SUROVINY.....	23
3.2.1 Solení.....	23
3.2.2 Startérové kultury	25

3.2.3	Koření.....	26
3.2.4	Cukry.....	26
3.3	ZALEŽENÍ.....	26
3.4	FERMENTACE.....	27
3.5	UZENÍ.....	27
3.6	SUŠENÍ.....	28
4	ANALÝZA VYBRANÝCH PARAMETRŮ.....	29
4.1	AKTIVITA VODY.....	29
4.1.1	Význam aktivity vody.....	30
4.2	HODNOTA PH.....	31
4.3	BARVA.....	31
4.4	TEXTURA.....	33
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	34
5	MATERIÁL A METODY.....	35
5.1	CÍL PRÁCE.....	35
5.2	POPIS MODELOVÉHO VZORKU.....	35
5.3	POPIS PRACOVNÍHO POSTUPU.....	35
5.3.1	Fermentace.....	37
5.3.2	Uzení a sušení.....	38
5.4	POPIS ODBĚRU VZORKU.....	42
6	VÝSLEDKY A DISKUSE.....	43
6.1	AKTIVITA VODY.....	43
6.2	HODNOTA PH.....	44
6.3	BARVA.....	46
6.4	TEXTURA.....	50
	ZÁVĚR.....	53
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	55

SEZNAM OBRÁZKŮ	59
SEZNAM TABULEK.....	60
SEZNAM PŘÍLOH.....	61

ÚVOD

Bylo tomu dávno v pravěku, kdy naši předkové byli ještě býložravci a živili se kořínky, výhonky a bobulemi. Tato strava však nebyla k dispozici po celý rok, a proto se naši předkové začali orientovat na masnou stravu. Tato změna v jídelníčku měla obrovský význam na vývoj mozku. Masná strava přinášela do těla více tuků a bílkovin, což mělo dopad na změnu trávicího traktu. Použití ohně k tepelné úpravě přispělo k usnadnění trávení. Díky tomu, že tato změna proběhla před desítkami tisíc let můžeme dnes říct, že náš organismus je plně adaptován na smíšený typ stravy.

Dnes si ani neuvědomujeme, jak moc je maso vzácná surovina, ale před tisíci lety si byli předkové dobře vědomi, že je potřeba je uchovat na delší dobu tzv. na horší časy. Běžně v jeskyních, kde teplota v létě nepřesáhne 15 °C a v zimě neklesne pod 5 °C si museli všimnout, že maso, které leží, se začne kazit. Pravděpodobně spousta tehdejších lidí zemřelo na požití zkaženého masa, než přišli na to, že maso je potřeba zavěsit, aby k němu byl přístup vzduchu ze všech stran. Tehdy muselo proběhnout první zrání a dále pak i sušení masa v přirozené jeskynní vlhkosti. Zajištění dostatku potravin bylo nejdůležitějším úkolem všech tvořících se komunit. Lov byl postupně nahrazen zemědělstvím a chovem domestikovaných zvířat.

Při konzervaci masa a potravin obecně je důležité zamezit růstu a množení nežádoucích mikroorganismů. K dosažení tohoto cíle se vyvinuly dva základní principy. Prvním způsobem je tvorba překážek růstu mikroorganismů pomocí nepříznivých podmínek pro jejich růst. Mezi tyto překážky patří snížení aktivity vody, a to jak solením, tak sušením. Přídavek bylin nebo koření, které svým obsahem silic působí baktericidně nebo alespoň bakteriostaticky. Druhá metoda je založená na odstranění nežádoucí mikroflóry pomocí tepelného zákroku. Vliv teploty na činnost mikroorganismů poprvé popsal Louis Pasteur a na jeho učení začal vznikat konzervářský průmysl.

Přesuňme se nyní do doby přibližně před 150 lety v alpách. Tehdejší hospodář měl zájem, aby maso, které právě získal porážkou bylo zachováno pro výživu rodiny na delší časy. Nejvhodnější pro začátek výroby bylo zimní období, kdy sklepy a stodoly při venkovních mrazech udržovaly teplotu nad bodem mrazu. Za takových podmínek mohla být sůl přijata a rovnoměrně rozložena po celém kusu masa, představme si např. vepřovou kýtu. Když se blížilo jaro tak koncentrace soli už byla ve všech místech vyrovnána a přísun teplejšího vzduchu započal vysychání. V létě v horách není vzduch příliš horký a vysychání bylo jen

o málo intenzivnější. Na podzim se vysychání zpomalilo a další rok na jaře mohlo znovu pokračovat. Někdo mohl mít chuť nakrojit už po roce, jiní mohli nechat zrát 2 roky a déle. Doba zrání silně ovlivňuje chuť, aroma, texturu a barvu. V dnešní době se označuje tento způsob výroby jako slow food. Z označení vyplývá, že není žádoucí zrychlování zraticích procesů. Je lepší nechat mikroorganismy a enzymy, aby práci udělaly za nás, za poměrně vysokou cenu vyčíslitelnou především ve dvou veličinách, a to prostor a čas. Touha po výdělku a umístění na trhu vede výrobce k neustálému zrychlování výroby a nahrazování tradičních postupů rychlejšími variantami produkce. Stále však jsou mezi spotřebiteli takoví, kteří dají přednost kvalitní rukodělné domácí výrobě, před průmyslovou náhražkou, i přesto že u soukromníka za jednotku zaplatí v přepočtu víc než v supermarketu. Dobrým příkladem, že tato praxe funguje je parmská šunka, která má podle PDO povoleno pouze přidání kuchyňské soli a ostatní pochody probíhají samovolně, bohužel však dlouhou dobu, což zvedá cenu konečného produktu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 SLOŽENÍ A VLASTNOSTI MASA

Maso jako výrobní surovina je veškerá svalovina kostry s bezprostředně anatomicky souvisejícími tkáněmi, tj. tukovou tkání, kůží a šlachami jatečně opracovaných těl zvířat, veterinárně hygienicky posouzených a určených k výživě lidí. [1]

1.1 Stavba svalu

Sval obsahuje obecně 75 % vody, 20 % bílkovin, 3 % tuku a 2 % rozpustných nebílkovinných látek. Z těchto 2 % sloučenin připadá 3 % na minerálie a vitamíny, 45 % na dusíkaté nebílkovinné látky, 34 % na sacharidy a metabolity sacharidů, 18 % tvoří neorganické sloučeniny. [2] Podle stavby a způsobu inervace lze rozlišit svalovinu kosterní (příčně pruhovanou), hladkou a srdeční. Z nich je z technologického hlediska nejvýznamnější příčně pruhovaná svalovina. [3]

1.1.1 Příčně pruhovaná svalovina

Příčně pruhované svaly mají složitou strukturu, jednotlivé strukturální úrovně přitom úzce souvisejí s útvary pojivové tkáně, které tvoří vazivové obaly svalu. Pojivové tkáně (šlachy) rovněž zajišťují úpony svalů na kosti. [3] Základem struktury svalu je svalové vlákno. Histologicky se jedná o velké buňky (někdy se používá výraz soubuní), které vznikly během embryonálního vývoje splynutím mnoha menších buněk, tzv. myoblastů. Svalová vlákna proto obsahují více buněčných jader, která se nacházejí pod plazmatickou membránou (sarkolemou). [2] Cytoplasma svalového vlákna, sarkoplasma, obsahuje jednotlivé buněčné organely, z nichž nejvýznamnější jsou myofibrily – vlastní kontraktilní vlákna, která vyplňují téměř celý objem svalového vlákna. [3] Každé vlákno je vlastně svalová buňka obsahující 100-200 jader a běžné buněčné organely. [4] Šířka vláken se pohybuje mezi 10–100 μm . Myofibrily jsou vysoce organizované. Jejich válcovité struktury jsou tvořené opakujícími se jednotkami – sarkomerami. Na jejich tvorbě se podílí více jak 65 bílkovin, které zajišťují kontrakci na molekulární úrovni. [2]

1.2 Nutriční význam masa

Maso je významným zdrojem plnohodnotných bílkovin, tuků, vybraných minerálních látek a vitamínů. V posledních letech se zjistilo, že maso poskytuje člověku také bioaktivní peptidy. [2] Pro růst a vývoj zdravého organismu, nezávisle na druhu a společenství, je nezbytné naplnit základní nutriční požadavky. [3]

1.2.1 Bílkoviny

Bílkoviny jsou nejvýznamnější složkou masa z nutričního i technologického hlediska. Jde většinou o tzv. „plnohodnotné bílkoviny“ obsahující všechny esenciální aminokyseliny. Rozdělení bílkovin v maso do jednotlivých skupin vychází z jejich rozpustnosti ve vodě a solných roztocích. [3] Sarkoplasmatické proteiny představují 30-35 % všech bílkovin v maso, myofibrilární bílkoviny, hlavně aktin a myosin tvoří přibližně 55-60 % bílkovin. Stromatické proteiny jsou ty které zpevňují a drží strukturu myofibrilárních systémů. [5]

1.2.1.1 Myofibrilární bílkoviny

Mezi myofibrilární proteiny patří bílkoviny tvořící kontraktální tlustá a tenká filamenta – myosin a aktin, dále regulační proteiny, jako je komplex tropomyosin–troponin a také bílkoviny, které pomáhají tvořit strukturu myofibril, jako jsou titin či nebulin. [2]

1.2.1.2 Sarkoplasmatické bílkoviny

Sarkoplasmatické bílkoviny lze snadno extrahovat ve studené vodě. Zahrnují myoglobin a enzymy přítomné v mitochondriích, lysozomech nebo v cytosolu. Množství myoglobinu ve svalu je závislé na rozsahu a typu svalové aktivity, na zásobování svalu krví a na věku zvířete. Barevné pigmenty masa jsou tvořeny z asi 95 % myoglobinu a kolem 5 % z hemoglobinu. Myoglobin může být v čerstvém maso ve třech rozdílných formách. Redukovaný myoglobin je tmavě červené barvy, oxymyoglobin je zářivě červený. Metmyoglobin je hnědošedé barvy a nemůže absorbovat O₂ přímo do své molekuly. [6]

1.2.1.3 Stromatické (strukturní) Bílkoviny

Stromatické bílkoviny se vyskytují především v pojivových tkáních, tj. ve vazivech, šlachách, kůži, kostech apod., lze je však nalézt i ve svalovině, kde tvoří různé membrány nebo sem pronikají v podobě součástí pojivové tkáně. [3] Tvoří je fibrilární proteiny, z nichž nejdůležitější jsou kolageny, elastiny a keratiny. [4]

1.2.2 Tuky

Z hlediska výživy jsou tuky ze všech živin energeticky nejvydatnější. Kromě toho mají značný význam pro vstřebatelnost potravin v trávicím traktu, pro kalcifikaci kostí a jako nosič některých vitaminů. [1] Rozložení tuku v těle zvířat je nerovnoměrné. Malá část je uložena přímo uvnitř svaloviny (intramuskulární, vnitrosvalový) a dále tvoří tuk základ samostatné tukové tkáně (depotní, zásobní). Důležitý pro chuť a křehkost masa je tuk

intramuskulární, zejména jeho intercelulární podíl, který je rozložen mezi svalovými vlákny ve formě žilek a tvoří tzv. mramorování masa. [3]

Z hlediska chemického jsou tuky estery vyšších mastných kyselin a glycerolu. Mají-li tuky větší obsah nasycených mastných kyselin je jejich konzistence tužší (například lůj), mají-li více nenasycených mastných kyselin je jejich konzistence řidší (např. sádlo). Kromě triacylglycerolů živočišné tuky obsahují i jiné látky, v malém množství. Jsou to například lecitin, minerální látky, cholesterol, vitaminy (hlavně A, D a E), lipochromy, volné mastné kyseliny, bílkoviny a voda. [1]

1.2.3 Minerální látky

Maso je považováno za nejdůležitější zdroj zinku a železa, obsahuje také významné množství mědi. Žádná jiná kategorie potravin neposkytuje tak vysokou hladinu lehce vstřebatelného železa jako maso. Maso tím představuje hlavní zdroj železa v naší stravě. Železo obsažené v myoglobinu a hemoglobinu se dobře vstřebává, poněvadž maso obsahuje faktor, nebo faktory, které absorpci hemového, ale i nehemového železa zvyšují. Tepelná úprava masa však absorpci samotného železa snižuje. Dochází totiž ke konverzi hemového železa na nehemové. Tato změna se může týkat 10–100 % obsaženého hemového železa a je úměrná době a typu tepelné úpravy. [2] Obvykle bývají pod pojmem minerální látky řazeny všechny látky, které zůstávají v popelu po zpopelnění masa tedy mineralizované prvky jako síra nebo fosfor, které byly před spálením složkou organických látek. [3]

1.2.4 Vitaminy

Maso je významným zdrojem vitaminů zejména skupiny B. Důležitý je především vitamin B₁₂, který se vyskytuje výhradně v živočišných potravinách. [3] Tepelná úprava masa způsobuje úbytek obsahu některých cenných vitaminů. Pravděpodobně nejstabilnější mezi vitaminy skupiny B je niacin. Není ovlivněn ani působením vysoké teploty, světlem, přítomností kyslíku nebo kyselým či alkalickým prostředím. [2] Lipofilní vitaminy A, D a E jsou obsaženy v tukové tkáni a játrech. V zanedbatelných množstvích se vyskytuje vitamin C, vyšší obsah tohoto vitaminu je pouze v játrech a čerstvé krvi. Obsah vitaminů je podstatně vyšší v játrech a jiných drobcech než ve svalovině. [3]

2 SORTIMENT CELOSVALOVÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ

2.1 Alpy

2.1.1 Parmská šunka (Prosciutto di Parma)

Parmská šunka je nejrozšířenějším druhem italských šunek. Vstupní suroviny podléhají přísným kritériím, aby byla zachována prvotřídní kvalita výrobku. Vepřové kýty použité k výrobě musí splňovat několik parametrů. Plemena prasat musí být Velké bílé, Duroc, Landrace nebo jejich kříženci. Hmotnost syrové kýty může kolísat od 7 do 15 kg, vrstva podkožního tuku by měla mít 20–30 mm a například obsah kyseliny linolové menší než 15 %. Kýty se zásadně nevykostují, pouze se ořezává přebytečná kůže. Nejprve se pomocí tlakového zařízení vypudí zbytky krve z cév a poté se nechá kýta oschnout 24 hodin při teplotě do 4 °C a vlhkosti až 85 %. Solení na sucho se provádí především na místa, která nejsou krytá kůží a aplikace soli se provádí dvakrát po dobu 15 až 20 týdnů. Na konci solení by měl odpar vody činit 8–10 % váhy. Další fáze časné zrání (fermentace) trvá přibližně 3 měsíce při teplotách 15–18 °C a RVV do 75 %. Před samotným zráním se obnažená svalovina potírá směsí sádla soli a pepře, aby chránila před nekontrolovaným vysycháním, které může trvat 10–12 měsíců. Samotné zrání probíhá při teplotách 12–15 °C a RVV kolem 70 %. [6, 7] Typické znaky parmské šunky:

Obsah soli 4,2–6,2 %

Vlhkost 59–63,5 %

Proteolytický index 24–31 %

Barva od růžové po červenou, mramorováno bílým tukem.

Jemná až delikátní chuť, mírně slaná s výrazně voňavým aroma. [8]



Obr.1 Parmská šunka bez kůže [9]

2.1.2 Tyrolský špek (Tiroler speck)

Vstupní surovinou je vepřová kýta bez kosti s kůží. Ochranné označení PGI dovoluje použití jen čerstvého masa prasat, která byla krmena předepsaným krmivem. Na začátku procesu se nanáší na maso vrstva soli namíchané s pepřem, tradičně se také používá rozmarýn, jalovčinky, oregano a vavřín. Někteří výrobci přidávají také kmín, česnek nebo koriandr. Prosolení trvá 3 týdny. Typické chuti je dosaženo díky studenému uzení bukovým dřevem kde teplota nesmí přesáhnout 20 °C. Zauzené kusy jsou ponechány v dobře větraných sklepech s přístupem horského vzduchu. Doba zrání a dosažení požadované chuti průměrně přesahuje 22 týdnů. Během této doby ztratí každý kus přibližně třetinu váhy. Ke konci poslední fáze porůstá maso přirozenou plísní, která není škodlivá a pomáhá vytvářet typické aroma. Před expedicí se povrchová plíseň omývá.

Obsah soli nejméně 5 % [10]



Obr. 2 Tyrolský špek firmy Handl [11]

2.2 Pyreneje

2.2.1 Bayonne

Tradiční vepřová šunka vyráběná na francouzské straně Pyrenejí vyžaduje pro výrobu čerstvé vepřové kýty a je tak obdobou parmské šunky. Poražená prasata mají váhu kolem 120 kg a vrstva sádla je přibližně 1,4 cm. Solení se provádí suchou solí v klimatizovaných prostorech s nízkou teplotou a vysokou relativní vlhkostí vzduchu. Zrání trvá 9–12 měsíců. V první fázi se nastavují teploty na 20–22 °C, později se snižují na 14–18 °C. Obnažená část kýty se potírá směsí sádla a mouky pro zpomalení vysychání. Výrobce si zakládá na vlivu atlantického podnebí na finální podobu produktu. [6, 12]

Obsah soli je přibližně 7,7 %

Vlhkost 50 %

Proteolytický index 29,3 % [13]



Obr. 3 Bayonnská šunka s výrazným cejchem [14]

2.3 USA

2.3.1 Country ham

Americké šunky jsou odlišné od evropských především tím že nemají striktně předepsané podmínky pro výběr masa a surovin. Výroba je tak velmi variabilní a výrobce může sáhnout po různých druzích výsekového masa a použít proměnné teploty a časy. Výrobky tak mohou být tepelně neopracované solené, sušené, uzené i neuzené. Není povoleno sůl nastříkovat nebo solit pomocí láku. Sůl je povoleno nanášet pouze na sucho a běžné provedení je solení ve dvou dávkách při chladírenských teplotách méně než 3 °C. po dokončení zaležení jsou šunky zavěšeny do prostoru o teplotě mezi 10–12 °C a RVV 55–70 %. Aktivita vody musí být menší než 0,92. pokud je aplikováno uzení děje se tomu obvykle po dobu 7–8 dní. Většina amerických šunek se udí, výjimku tvoří stát Severní Karolina, kde téměř žádná vyrobená šunka se neudí. Během sušení nesmí vnitřní teplota překročit 35 °C.

Obsah soli se běžně pohybuje o 4 do 10 % [6, 15]



Obr. 4 Country ham firmy Edwards z Virginie [16]

2.4 Čína

2.4.1 Jinhua

Tradiční čínská šunka se připravuje především v zimě při teplotách obvykle okolo 0–10 °C na jaře se teplota zvedá až k 20 °C a v horkém létě může dosáhnout až 40 °C. Produkce šunky Jinhua vyžaduje kýty plemene Liangtouwu o hmotnosti 5,5–7,5 kg. Průměrná doba solení na sucho je 30 dní při teplotách 5–10 °C a RVV 75–85 %. Zaležené kýty se namáčí kvůli odstranění přebytečné soli a čistí se bambusovými kartáči. Kýty stejné váhy jsou zavěšena na stojany a jsou vystaveny přímému slunci po dobu přibližně 7 dnů než začne odkapávat tuk. Samotné zrání pak probíhá při teplotě 15–35 °C a RVV 55–75 %, doba zrání je 6–8 měsíců. Na konci se kartáčem odstraní z povrchu plíseň a prach, a potírá se rostlinným olejem pro změkčení a k zabránění nadměrné oxidace tuku. Finální fáze trvá asi 2 měsíce a vytváří se přitom intenzivní chuť a aroma. [6]

Obsah soli 8–15%

Proteolytický index 14–20 % [8]



Obr.5 Čínská šunka Jinhua [17]

2.5 Afrika

2.5.1 Biltong

Podnebí v africe neumožňuje produkci klasických šunek, místo toho se jedná spíše o sušené maso. Nejčastěji se vyrábí z hovězího masa nebo např. z antilopy skákavé. Nejjemnější biltong je z roštěnců zbavených pojivové tkáně. Maso se krájí na proužky 30–50 mm, solí se dusitanovou směsí s přídavkem cukru a různého koření (anýz, česnek, koriandr).

Následuje intenzivní sušení při teplotách nad 30 °C, díky kterému klesá a_w na 0,7–0,75

Obsah soli 6–7 % [6, 18]



Obr.6 Příklad výrazně kořeněného Biltongu z hovězího roštěnce [19]

3 TECHNOLOGIE VÝROBY TRVANLIVÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ

Výroba jakéhokoli potravinářského produktu je mnohem víc než jen vývoj receptu. Tradiční výroba je dokonce považována za umění. Zahrnuje podrobný popis požadovaných kroků zpracování a dále konkrétní množství surovin, jejichž kombinací vznikne vysoce kvalitní hotový výrobek. Při sestavování receptu je praktické uvádět hmotnosti jednotlivých surovin na 100 kg masa. Toto množství lze pak snadno převést na procenta. [20]

Trvanlivé tepelně neopracované masné výrobky se produkují po staletí, a i přesto patří jejich výroba ještě dnes k nejkomplicovanějším postupům v masném průmyslu. Důvodem je fermentační proces, který je ovlivněn řadou vnějších i vnitřních faktorů. [3] Obecně můžeme proces zrání rozdělit na fermentaci (při které hrají roli převážně mikroorganismy) a na sušení kde převažují fyzikálně chemické procesy a enzymatická aktivita. [21]

3.1 Fermentace a sušení masných výrobků

Fermentační procesy jsou obecně založeny na reakcích mikroorganismů, pro jejichž růst je třeba zajistit vhodné podmínky (složení média, pH, teplota, oxidačně redukční potenciál, parciální tlak kyslíku v médiu aj.). Mikroorganismy musí mít pro svou činnost zajištěn dostatečný přívod živin a energie, což se zabezpečí vhodným dávkováním energetických substrátů. Kromě uhlíku musí mít mikroorganismus k dispozici zdroje dusíku, fosforu, dalších biogenních prvků a specifické růstové faktory, které si sám nemůže syntetizovat. [22]

Zrání masa označuje pochody, které vedou ke změnám ve svalovině. Během těchto procesů dochází především ke vzniku typického vybarvení, charakteristické chuti a konzistence. Z hlediska trvanlivosti a hygienické nezávadnosti je důležité potlačení patogenních a technologicky nežádoucích bakterií. Trvanlivost tepelně neopracovaných masných výrobků je docílena řadou faktorů, které se postupně vytváří během celého výrobního procesu, vzájemně se doplňují a působí proti mikrobům jako tzv. „efekt překážek“. [3] Jako první bariéra je nízká teplota (max. +5 °C), poté nastupuje solení, které přímo ovlivní aktivitu vody a_w a částečně i oxidoredukční potenciál. Podle Feinera (2006) by mělo samotné solení snížit aktivitu vody na hodnotu 0,95. [23] Přídavkem dusitanové solící směsi zabráníme růstu řadě patogenních bakterií. Hodnota pH se snižuje přidáním monosacharidů za přítomnosti

bakterií mléčného kvašení. Uzením chráníme povrch výrobku před spory nežádoucích plísní. V průběhu sušení se snižuje aktivita vody.

Výsledkem je typická chuť sušené šunky díky řadě biochemických a mikrobiálních procesů, které se uskuteční během doby zrání, kdy vznikají těkavé organické sloučeniny. Jsou to především alkoholy, estery, aldehydy, ketony, sirné sloučeniny, aromatické a alifatické uhlovodíky. [24]

3.2 Příprava suroviny

Hygiena získávání masa a následná manipulace je naprosto klíčová pro následné zrání. Mikroorganismy přítomné na syrovém mase jsou přirozenou součástí při bourání jatečného těla, zůstávají na mase při distribuci spotřebitelům a úkolem producenta trvanlivého tepelně neopracovaného masného výrobku je zajistit, aby patogenní mikroorganismy byly eliminovány v průběhu zrání.

3.2.1 Solení

Prvním krokem při výrobě sušených šunek je solení – sůl, příp. další přísady jsou aplikovány na povrch masa. Rychlost difuze aditiv do masa je z velké části určena koncentrací soli, tloušťkou kusů masa a také přítomností či absencí bariér v mase, jako je pojivová tkáň. [23]

3.2.1.1 *Kuchyňská sůl*

Přídavek kuchyňské soli do masa způsobuje navázání iontů sodíku a chloridových aniontů na postranní řetězce bílkovin a působí mezi nimi jako odpudivá síla. V mase a masných výrobcích plní chlorid sodný řadu funkcí, zlepšuje chuť a texturu, v kombinaci s fosforečnanem lépe rozpouští myofibrilární bílkoviny a ovlivňuje tak elektrostatické interakce mezi aktinem a myozinem, způsobuje posun izoelektrického bodu mírně do kyselé oblasti, což díky kapilárnímu efektu zvyšuje schopnost masa vázat vodu, snižuje aktivitu vody a zvýhodňuje grampozitivní bakterie na místo gramnegativních. Tím podpoří růst bakterií mléčného kvašení a koaguláza-negativních koků. [6] Sůl se aplikuje několika způsoby. Na sucho, do láku, nastříkáním nebo ve vakuovém balení.

Na sucho se sůl nanáší často i s kořením přímo na povrch masa, běžně v množství 32-35 g soli/kg [23], kde difunduje do svaloviny díky volné vodě, která rozpouští krystaly soli. Sůl se tak dostává do jádra výrobku a voda je vypuzována ven v důsledku osmotických sil. V praxi se suché solení provádí 2x pro dosažení rovnoměrného prosolení. [24] Ztrátou vody

během solení a vyrovnáním koncentrace soli v celém kusu by měla hodnota a_w být 0,95 a nižší, to zaručí že se výrobek stane mikrobiologicky bezpečným proti čeledi *Enterobacteriaceae*. [23]

V domácích podmínkách se suché solení dá kombinovat s ležením v láku. Voda, kterou nasolené maso vypudí vytvoří na dně nádoby vrstvu a vytvoří vlastní lák ve kterém je nutné jednotlivé kusy přeskládat. Horní kusy se dají na dno nádoby a naopak. Stejná situace nastává při vakuovém balení, kde je každý kus zabalený zvlášť a je potřeba je otáčet a přeskládat pro rovnoměrné prosolení.

Méně častý postup využívaný u sušených šunek solení lákem spočívá v přípravě roztoku NaCl o koncentraci kolem 20–24 %, což je téměř nasycený roztok soli. Samozřejmě čím větší částí masa, tím je delší čas prosolení. V průměru na každý kilogram masa vloženého do láku se počítá se 2–2,5 dne k prosolení. [2, 20] Solné láky se připravují stále čerstvé, nebo lze použít tzv. „živý“ lák. Živé láky se stále aplikují v některých zemích, jako je například Velká Británie při výrobě Wiltshire bacon a tyto láky mohou být staré několik let. Sůl a dusitan sodný se přidávají pokaždé, když se vkládá maso. [6]

Při nastříkávání je dopravena požadovaná koncentrace soli do hloubky masa rychleji. Na druhé straně se do masa dostává do výrobku nejen NaCl a dusitan, nýbrž i voda, která musí být při sušení zase odstraněna. U velkých šunek se doporučuje použít roztok o koncentraci 14–16 % v množství kolem 5 % hmotnosti masa. Roztok je nastříknut do masa na více místech a toto relativně malé množství vody lze pak poměrně snadno odsušit. [3]

3.2.1.2 Dusitanová solící směs

Dusitan ovlivňuje pozitivně aroma a vybarvení finálních výrobků. [3] Na konci 19. století bylo zjištěno, že růžovočervené vybarvení masných výrobků způsobuje dusitan a vzniká přitom termostabilní růžovočervená barva. O řadu let později – v roce 1910 a 1914 – byly publikovány poznatky, podle kterých je vlastní reakční látkou nikoli dusitanový anion NO_2^- ale kyselina dusitá HNO_2 , resp. její metabolit oxid dusnatý NO. Jeho vazbou s myoglobinem se vytvoří charakteristický barevný komplex. Dusitan je ale bohužel přibližně 10x toxičtější než dusičnan. Letální dávka pro dusičnan je uváděna pro člověka v množství 80–800 mg/kg tělesné váhy, zatímco pro dusitan je to 33–250 mg/kg. [2]

Dusičnan není překážkou proti mikrobiologickému růstu a také nepodporuje tvorbu požadované červené barvy. Aby se stal aktivním proti mikrobiologickému růstu a podpořil

tvorbu vybarvení, musí být nejprve dusičnan redukován na dusitan, ale redukce dusičnanů na dusitany probíhá pouze při teplotách nad 8 °C, kdy enzym nitrátreduktáza vykazuje aktivitu pouze nad touto teplotou. Když se použije dusičnan při teplotě 8 °C a vyšší, pro přeměnu NO_3^- na NO_2^- , tak neproteolytické kmeny *Clostridium botulinum* Typ B mohou růst při takových teplotách uvnitř syrové šunky. Protože tyto kmeny nejsou proteolytické, nesou nebezpečí, že jejich přítomnost může být těžko detekovatelná, protože v důsledku jejich přítomnosti nedochází k zápachu. Kromě toho teploty nad 5 °C také umožňují *Salmonella* spp. a *S. aureus* růst. Vystavení soleného masa zvýšeným teplotám na začátku výrobního procesu představuje vážné riziko, a to vysvětluje proč, je-li dnes používán dusičnan, je to nejčastěji směs s dusitanem. Když se přidá směs dusitanů a dusičnanů, větší poměr připadá na dusitany a menší množství dusičnanu slouží pro stabilizaci barvy ve výrobcích, které jsou sušeny po dlouhou dobu. [23]

3.2.2 Startérové kultury

Existují dva hlavní důvody, proč přidávat startérové kultury (1) jako prevence růstu nežádoucích bakterií a tvorbě jejich toxinů a (2) k přímé inhibici nebo zneškodnění patogenů. [25]

Přídavek startovacích kultur, tj. mikroflóry se žádanými fyziologickými vlastnostmi k dílu má usnadnit rychlou náhradu náhodné mikroflóry, kterou se surovina různou měrou kontaminuje v průběhu technologických procesů. [1] Nejčastěji se dnes používají startovací kultury, které obsahují mikrobiální rody *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Kocuria*, *Staphylococcus*. Jejich působení je založené na tvorbě bakteriostatických a baktericidních látek, které mohou populaci nežádoucí mikroflóry redukovat. Kmeny ochranných kultur se přidávají do produktů ve vysokých dávkách, růst doprovodné nežádoucí mikroflóry je omezen odepřením živin, které jsou přednostně spotřebovány ochrannými kulturami. [6] V celku musí startérové kultury splňovat 5 požadavků. (1) produkovat kyselinu mléčnou ke snížení pH, (2) produkovat senzorycky žádané látky, (3) přerůst bakterie které způsobují kažení, (4) snížit E_h a omezit tak růst *salmonella* spp. a *S. aureus*, (5) v případě čeledi *Micrococceae* vylepšit vybarvovací procesy a podpořit rozvoj chuti díky redukcí dusičnanu. [25]

Řada kultur SafePro® obsahuje speciálně vyvinuté kultury pro aplikaci v různých masných produktech. Tyto kultury pomáhají rozvíjet pozitivní ekosystém, který zlepšuje bezpečnost potravin a/nebo potenciálně prodlouží dobu trvanlivosti.

SafePro® B-LC-77 je smíšená masná kultura zlepšující tvorbu barvy a chuti masných výrobků, které se vyrábí ze surovin s vysokou hodnotou pH. Kultura má vysokou toleranci soli a zabezpečí tvorbu příjemné uzenářské chuti a stabilní barvu. Má silné antagonistické vlastnosti proti bakteriím *Listeria monocytogenes*. Navíc oddaluje žluknutí.

Složení kultury: *Pediococcus acidilactici*, *Staphylococcus carnosus* [26]

3.2.3 Koření

Kromě ovlivnění chutě a aroma mají některé druhy koření i antioxidační efekt, jako např. muškátový květ, šalvěj, tymián a hřebíček. Vzhledem k malému přídávku těchto koření však nemá tento účinek velký význam. Kromě antioxidačních vlastností disponují některá koření jako skořice, hřebíček, česnek, zázvor, koriandr, kmín a pepř mírnými antimikrobiálními vlastnostmi, které jsou založeny na přítomnosti fytoncidů. [3] Často se používá pouze pepř (2-4 g/kg výrobku), ale lze obohatit také přídávkem papriky, kardamomu nebo jalovce. [6] Rozmarýn a oregano obsahují fenolové kyseliny, jako je kyselina karnosová a její deriváty karnosol a rosmanol, u kterých byly prokázány pozitivní účinky proti oxidaci lipidů. [23]

3.2.4 Cukry

Glukosa je ve svalovině jatečného těla přirozeně přítomná ve formě glykogenu. Zásoby glykogenu jsou však rychle vyčerpány ve fázi post-mortem. V USA je přídavek cukru žádoucí, běžně v množství 1–2 %. evropské země jsou zvyklé na výrobky kterých je dosahováno pomalou fermentací, a tak je možné přidat jen 0,1–0,2 % cukru. [25]

Cukry mají značný význam pro výživu bakterií, a tím pro průběh zracích procesů. Tato mikroflóra potřebuje cukry jako zdroj výživy i jako zdroj žádoucího okyselení díla a vyžaduje úpravu pH na hodnoty vhodné pro činnost i pro průběh probarvovacích procesů, tj. mikrobiální redukci dusičnanu na dusitan, tvorbu oxidu dusnatého a jeho vazbu na svalové barvivo. [1]

3.3 Zaležení

V prvních fázích výroby sušených šunek je důležité zachování nízké skladovací teploty mezi 0–3 °C [24]. Solení je následováno zaležením, které je nutné pro vyrovnání koncentrace soli. Postupem času pomalu proniká sůl do masa difúzí (asi 2,5 cm / týden). Tento proces náročný na práci a vyžaduje podstatně delší období než ošetření mělněného masa; to je hlavní nevýhoda celosvalových výrobků. Dalším problémem je, že u silnějších kusů masa se mohou

patogenní organismy začít množit dříve, než se konzervanty dostanou do všech částí produktu. [20]

3.4 Fermentace

Na rozdíl od fermentace mléka je fermentace masa dodnes podstatně méně prostudována a pochopena. Použití čistých startovacích kultur v masném průmyslu umožnilo v 50. a 60. letech rozvoji mělněných masných výrobků. Před použitím vybraných kultur, byl nejběžnější způsob zahájení fermentace naočkování díla předchozí šarží tzv. backslopping. Kmeny, které spotřebovávají sacharidy pomaleji, jsou inhibovány fermentačními kyselinami nebo jsou citlivé na sůl nebo dusitany. Místo toho dojde k nárůstu konkurenceschopnějších bakterií, které mají konkrétní metabolické a fyziologické výhody v tomto prostředí. [25]

Podle Feinera (2006) platí spíše pro mělněné fermentované výrobky, že po dokončení zaležení, kdy je produkt mikrobiologicky stabilní, vykazující a_w 0,95, může být přesunut z prostoru o teplotě 2–5 °C do prostoru o teplotě kolem 22–24 °C pro nastartování enzymové aktivity. Zůstávají na této teplotě po dobu kolem 24–48 hodin. Následně se teplota sníží na 16–18 °C a po dobu 2–3 dnů visí při relativní vlhkosti kolem 76–80 %. Pokud má být produkt uzený, aplikuje se studený kouř na výrobek poprvé, jakmile je produkt odstraněn z chladicí teploty [23]. Lücke (2015) například rozlišuje teploty pro fermentaci tradičních výrobků mezi 10–18 °C a průmyslově vyráběné produkty v teplotách mezi 20–24 °C. [21] Hutkins (2006) uvádí že je možné zkrátit dobu fermentace za použití vyšších teplot 29–32 °C. čehož se využívá hlavně v USA při výrobě mělněných trvanlivých výrobků. [25]

Při výrobě tradičních sušených šunek je fermentace provedena samovolně za přítomnosti přirozené mikroflóry, která spotřebovává glykogen přirozeně se vyskytující ve svalech. Snížení pH je v tomto případě minimální. Toldrá (2006), Feiner (2006) a Cheol Woo Lee (2016) záměrnou fermentaci neprovádí u celosvalových sušených šunek.

3.5 Uzení

Kouř je směs vzduchu a plynů, ve které jsou dispergovány částice různé velikosti. Udírenský kouř vzniká dvoufázovou reakcí. Nejdříve se tvoří produkty tepelného rozkladu, které se následně za přítomnosti kyslíku oxidují. Plynná fáze kouře obsahuje důležité složky, zatímco nežádoucí látky, především PAU, jsou součástí pevné fáze. Průnik plynů do výrobku je závislý na převládajícím tlaku páry v udírenském kouři. Plyn proniká do produktu tím

rychleji, čím vyšší je tlak vodní páry v udírenské komoře. Rychlost usazování pevných složek kouře se zvyšuje s vyšší teplotou a rychlostí proudění vzduchu v komoře. [6]

Tím, že na počátku procesu provedeme lehké ošetření kouřem, můžeme zabránit nežádoucímu růstu kvasinek a plísní na povrchu výrobku [27]. Teplota během uzení se pohybuje mezi 20–25 °C. Množství kouře se dramaticky liší a do značné míry závisí na požadované chuti a intenzitě barvy. Je běžnou praxí nanášet studený kouř dvakrát nebo třikrát za den po dobu přibližně 1–2 hodin a tento postup se opakuje tak často, jak je požadováno. Kouř má vliv na barvu, chuť a skladovatelnost produktu kvůli složkám přítomným v kouři. Složky jako různé organické kyseliny, fenoly, karbonyly a formaldehyd pomáhá konzervovat produkt a také oddálit nebo zabránit růst nežádoucí plísně. [23]

3.6 Sušení

Fáze sušení je definována jako doba od konce fermentačního cyklu do doby, kdy výrobek dosáhne požadované ztráty hmotnosti a aktivity vody pro mikrobiální stabilitu a kdy bylo dosaženo požadovaného vyžrání. [27] Hutkins (2006) uvádí ideální podmínky pro sušení při teplotě 7-13 °C a vlhkosti vzduchu 70-72 %. Dostatečné proudění vzduchu má zajistit, aby byla vlhkost z povrchu výrobku odebírána rovnoměrně. [25]

Rychlost procesu je závislá na difúzi vody v produktu. Difúze vody je závislá na gradientu obsahu vody mezi produktem a jeho okolím (relativní vlhkost a aktivita vody), na kvalitě povrchu produktu, rychlosti vzduchu a teplotě. [6] Obecně platí, že čím více výrobek vyschne, tedy čím méně vody obsahuje, tím je trvanlivější. [1] Správné textury a pevnosti suchého fermentovaného výrobku je dosaženo během sušení, jelikož je odstraněna voda a jsou denaturovány bílkoviny. [27] Pokud je proudění vzduchu příliš intenzivní, odebere z povrchu výrobku hodně vody a dojde k vytvrzení povrchu přes který voda špatně prostupuje. Mluvíme tzv. o tvorbě kroužku, který zpomaluje vysychání a zhoršuje jakost výrobku. [25]

4 ANALÝZA VYBRANÝCH PARAMETRŮ

4.1 Aktivita vody

Hodnota aktivity vody má pro údržnost výrobků mimořádný význam. [1]

Aktivita vody a_w je parciální tlak vody nad vzorkem p dělený tlakem vodní páry deionizované vody při stejné teplotě p_0 .

Měření je nutné provést při dosažení rovnováhy. Je také zřejmé, že a_w se číselně rovná rovnovážná relativní vlhkost (ERH - equilibrium relative humidity) děleno 100. Dále a_w se rovná molárnímu zlomku vody N ve vzorku. Tento bod má význam, protože umožňuje výpočet a_w , z hodnot bodu mrazu (bodů mrazu je matematicky příbuzný molům vody ve vzorku). [28]

$$a_w = \frac{p}{p_0} = \frac{ERH}{100} = N$$

p – parciální tlak vody nad vzorkem

p_0 – tlak vodní páry při stejné teplotě

ERH – rovnovážná relativní vlhkost vzorku

N – molární zlomek vody ve vzorku

Aktivita vody je přesně definována z hlediska fugacity a chyba spojená s použitím parciálních tlaků je v potravinářské praxi zanedbatelná. [28]

Výrobky obsahující volnou vodu vydávají do ovzduší vlhkost ve formě par, pouze když je tlak par ve vzduchu nižší než tlak produktu. Tlak par roztoku soli nebo cukru je snížen ve srovnání s parou čisté vody. Množství páry v okolním vzduchu se obecně měří jako relativní vzdušná vlhkost RVV. V rovnovážném bodě se voda nevydává ani neabsorbuje. Tlak páry potravinářského produktu se poté stává identickým s tlakem páry v okolním vzduchu. [29]

Hodnotě RVV odpovídá při dané teplotě určitá hodnota vlhkosti materiálu, při které je rovnováhy dosaženo, takzvaná rovnovážná vlhkost ERH. [28]

4.1.1 Význam aktivity vody

Vzhledem k tomu, co je aktivita vody, je vhodné vědět proč se tímto termínem zabývat. Aktivita vody je lepším ukazatelem než obsah vody v několika oblastech:

- mikrobiální růst
- stabilita živin
- stálost barvy
- stálost chuti a texturních vlastností

Aktivita vody je také užitečná pro predikci obsahu vody v potravině, není však dokonalým ukazatelem mikrobiálního růstu a stability potravin. To je způsobeno také dalšími faktory, jako je koncentrace kyslíku, mobilita vody, pH. Typy přítomných látek také ovlivňují mikroflóru potravin. I přes tyto nedostatky aktivita vody je za většiny okolností stále užitečným ukazatelem uvedených vlastností. [28]

Bakteriální buňka může přenášet živiny a odpadní materiály ven pouze přes buněčnou stěnu. Materiály proto musí být v rozpustné formě, aby pronikly buněčnou stěnou. Část celkového obsahu vody přítomného v potravinách je silně vázána na konkrétní místa a nepůsobí jako rozpouštědlo. Tato místa zahrnují hydroxylové skupiny polysacharidů, karbonylové a aminoskupiny proteinů a další, na kterých může být voda zadržována vodíkovými vazbami, iontově-dipólovými vazbami nebo jinými silnými interakcemi. Vazebná akce se označuje jako sorpční chování potravin. Znalosti o sorpčním chování potravin jsou užitečné v procesech koncentrace a dehydratace ze dvou důvodů: Je to důležité při navrhování samotných procesů; protože mají důležitý dopad na snadnost nebo obtížnost odstraňování vody, která závisí na parciálním tlaku vody v potravině a na energii vázání vody v potravině. [29]

Výrobky sušené po krátkou dobu vykazují vyšší a_w a neobsahují aromatické složky pocházející z aktivity enzymů. Chloridové ionty, které pocházejí ze soli jsou hlavně zodpovědné za slanou chuť. Jsou schopné disociovat ve větší míře u produktů s vyšším množstvím volné vody než v produktech s menším množstvím volné vody, což má za následek intenzivnější slanou chuť. Sůl je také pevněji vázána v bílkovinách v masných výrobcích sušených po delší dobu. Během žvýkání se sůl uvolňuje pomaleji ve srovnání se solí ve výrobcích vykazujících vyšší hladinu volné vody nebo hodnotu a_w . Jednoduše

vyjádřeno, produkt sušený na vzduchu s obsahem soli 4,6 % v hotovém produktu při $a_w=0,91$ chutná slaněji než jiný produkt, vykazující stejnou hladinu soli, ale $a_w=0,87$. [23]

4.2 Hodnota pH

Změna pH v mase post mortem je způsobena přítomností glykogenu a intracelulárních enzymů, které tvoří malé množství kyseliny mléčné. Špatné zacházení se zvířaty před porážkou může vést ke znehodnocení masa. Pro výrobu jsou nevhodné kusy označené jako DFD (tmavé, tuhé, suché) nebo PSE (světlé, měkké, vodnaté). DFD maso má hodnotu pH vyšší než 6 v důsledku nedostatečného množství zásobního glykogenu. Tato vada se vyskytuje především u hovězího dobytka. PSE maso se může vyskytnout u zvířat citlivých na stres, kdy relativně vysoká tělesná teplota 40–42 °C a nízká hodnota pH pod 5,8 způsobí částečnou denaturaci svalových bílkovin a tím se snižuje vaznost vody v mase. [3, 6, 23, 25, 30] Maso pro výrobu sušených šunek, u kterého proběhly posmrtné změny správně má hodnotu kolem pH 5,5–5,8. [23, 31]

Ke změně pH dochází na mase nejvíce při fermentaci a následným zráním se pokles pH zpomaluje

Cheol Woo Lee (2016) zjišťoval pH vepřových kotlet po 40 dnech zrání na jatečně opracované půlce skladované při teplotě 1–2 °C R_{VV} 80 %. Průměrná hodnota pH byla 5,66. [32]

Kunová (2015) zjišťovala pH na vepřové pečení a krku po 2 týdnech při teplotě 4 °C a R_{VV} 85 % naměřila průměrně 5,4 na pečení a 5,8 na krkovicí

4.3 Barva

Systémy pro hodnocení barvy mají dlouhou historii. Dnes je často barva popisována pomocí barevného prostoru CIELAB. V tomto barevném prostoru jsou původní souřadnice x, y, z nahrazeny L*, a*, b*. Označení L* představuje světlost, škálu 0–100 mezi černou a bílou, přičemž 0 je černá a 100 je bílá. Hodnota a* určuje přechod odstínu mezi červenou a zelenou. Kladné hodnoty a* vyjadřují červené odstíny a záporné hodnoty určují odstíny zelené. Poslední souřadnice b* určuje přechod od žluté (b*>0) do modré (b*<0). [33]

Souřadnice L*, a*, b* definují polohu barvy v uniformním barevném prostoru. V praxi je nejčastěji požadována informace, jak se vzorek liší od daného standardu. CIE L*a*b* je založen na vnímání zjiřitelných barevných rozdílů v souřadnicích systému. Neurčuje už ale

míru akceptovatelnosti zjištěného barevného rozdílu. Míra akceptovatelnosti se liší v závislosti na typu vzorku. [33, 34]

Barevné odchylky barevného prostoru CIE L*a*b* dovolují snadno zavést, počítat a měřit objektivní odchylky mezi jednotlivými barvami. Pro vyjádření tohoto rozdílu byla zavedena veličina ΔE^* , skládá se z jednotlivých odchylek ΔL^* , Δa^* , Δb^* . Druhou odmocninou součtu kvadrátů jednotlivých odchylek je ΔE^* . Pro snadnější orientaci byla stanovena stupnice, udávající stupeň neshody dvou barev (tabulka 4).

Tab. 1 Stupeň neshody dvou barev

ΔE^*	Popis
0,0 – 0,2	nepostřehnutelná
0,2 – 0,5	velmi slabá
0,2 – 1,0	postřehnutelná
0,5 – 1,5	slabá
1,0 – 2,0	rozeznatelná
1,5 – 3,0	jasně postřehnutelná
2,0 – 4,0	ještě nerušící
3,0 – 6,0	střední
4,0 – 8,0	mírně rušící
přes 6,0	výrazná nebo mírně rušící
přes 12,0	velmi výrazná
přes 16,0	rušící

Za barvu masa jsou zodpovědné především hemoproteiny, mezi kterými je nejvýznamnější myoglobin. [20] Barva závisí na obsahu myoglobinu a oxymyoglobinu, které mají fialové a jasné červené tóny, ale nejsou příliš stabilní. Během výroby prochází množstvím reakcí, také díky přidavku dusitanů na stabilnější nitrosomyoglobin, který má tmavě červenou barvu a propůjčuje výrobku typický červenohnědý vzhled. Oxidační forma metmyoglobin, kde atom železa z hemové skupiny se oxiduje z železnatého (Fe^{2+}) na železitý (Fe^{3+}) má za následek vznik našedlé barvy výrobku. Později v průběhu procesu oxid dusnatý NO reaguje s metmyoglobinem a myoglobinem a vzniká nitrosomyoglobin, což současně změní našedlou barvu v načervenalou. [27]

Podle Feinera (2006) vyšší úroveň vysušení vede k silnější červené barvě díky sníženému obsahu vlhkosti a tím dojde ke zvýšení obsahu dalších látek jako např. nitrosomyoglobinu. [23]

4.4 Textura

Texturu masa lze hodnotit senzory i instrumentálními metodami. Instrumentální měření lze rozdělit na empirické a základní. Mezi empirické metody patří měření sil, jako je tlak, napětí nebo stříh. Struktura celosvalových výrobků se měří empirickou metodou pomocí Warner-Bratzlerova nože. hodnocení střížní síly je velmi rozšířené, ale metodiky pro toto hodnocení nejsou jednotné. Stříhem lze modelovat chování potraviny při prvním skousnutí sousta. U této metody lze měřit max. sílu [N] v závislosti na posunutí nože [mm] a tlak potřebný k přestřížení definovaného vzorku masa [MPa]. Výsledek měření určuje tvrdost masa. [34] Nejčastěji používaná konfigurace je ta, ve které je rovina stříhu kolmá na svalová vlákna. U tohoto typu zkoušky působí tahové, smykové a tlakové síly. Purchas & Aungsupakorn (1993) srovnali V tvar čepel se čtvercovou čepelí a průměrnou maximální sílu našli 1,7krát vyšší pro čtvercovou čepel ve srovnání s V čepelí. Použití obdélníkových vzorků oproti válcovým poskytuje konstantnější výsledky. [5]

Je známo, že korelace mezi WBS a senzory hodnocením tuhosti se může značně lišit

Variabilita ve vztahu mezi WBS a smyslovou citlivostí závisí na mnoha faktorech jako na typu svalu, přípravě vzorku, metodě tepelné úpravy, záleží na samotném zařízení (texturometru), na postupu měření a typ panelu senzory hodnotitelů. Kromě toho WBS měření má omezení, aby plně napodobilo složitost žvýkacího pohybu.[23]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 MATERIÁL A METODY

5.1 Cíl práce

Cílem bylo optimalizovat výrobu modelových vzorků vepřových pečení v prostorách ÚTP ve Zlíně. Zjištěné výsledky mohou být využity v masné výrobě nebo mohou posloužit jako základ k vypracování širší studie v tomto oboru.

Dalším cílem bylo monitorovat úbytek vody měřením hmotnostních ztrát, sušiny a aktivity vody. Zjišťováno bylo i pH a z texturních vlastností byla měřena síla pomocí WBS

Vzorky vepřového masa byly tři celé svaly pečeně. Maso bylo nakrájeno a nasoleno. Čtyři kusy byly soleny kuchyňskou solí a na šest kusů byla aplikována dusitanová solicí směs. Sušení a uzení probíhalo z větší části ve zrací komoře.

Vyhodnocením mělo být především zjištěno, k jakým hmotnostním ztrátám dochází v průběhu sušení a jaký má vliv sušení a zrání na pH a texturu produktu.

5.2 Popis modelového vzorku

Modelovým vzorkem je vepřová pečeně s lehkým tukovým krytím. Jednotlivé kusy byly o průřezu 6–8 cm v délce 20–25 cm. Jednotná velikost by měla zaručit rovnoměrné zaležení soli a stejnoměrné vysychání a zrání jednotlivých kusů.

Na začátku je syrové maso růžové barvy a postupem času povrch kotlety hnědne a tukové krytí žlutne také díky tomu, jak intenzivně je prováděno studené uzení. Při nakrojení by neměl být patrný kroužek, který by byl způsobený nadměrným vysycháním. V nákreji má mít maso růžovou barvu díky probarvovacím procesům a přídavku dusitanové solicí směsi. Nákrej je lesklý, hladký a povrch je mírně lepkavý.

5.3 Popis pracovního postupu

Použité maso bylo zakoupené v obchodním domě Makro. Celé pečeně byly za přísných hygienických podmínek nakrájeny na 3 přibližně stejně dlouhé kusy a zváženy s přesností na $\pm 0,01$ g. Pečeně byly rozděleny na 2 sady, 4 kusy byly soleny kuchyňskou solí a 6 dusitanovou solicí směsí.



Obr. 7 Záběr znázorňuje syrové pečeně, 2 již nakrájené a jedna ještě v celku

Podle váhy masa byla přepočtena hmotnost násady jednotlivých surovin v koncentracích:

Kultura SafePro® 0,25 g/1 kg masa

Dextrosa 2 g/1 kg

Kořenicí směs Goldpökel 2 g/1 kg

Sůl nebo dusitanová solící směs 20 g/1 kg

Podle předchozí zkušenosti je lepší namíchat směs na jednou a z této směsi rozvažovat množství násady na jednotlivé kusy. Lépe se takovým způsobem odvažuje množství kultury, na kterou by jinak bylo lepší využít přesnější váhy. Důkladná homogenizace sypké směsi zaručí rovnoměrné zastoupení kultury v jednotlivých navážkách. Jednotlivé navážky kusů masa a množství nakládací směsi uvádí tabulka č.1

Tab. č 2 Množství nakládací směsi na hmotnost masa

Vzorek	Hmotnost syrového masa [g]	Hmotnost navážky [g]	
K1	1880,67	45,61	Kuchyňská sůl
K2	1977,61	47,96	
K3	1628,15	39,48	
K4	1772,71	42,99	
K5	1520,82	36,88	
K6	1694,38	41,09	Dusitanová solící směs
K7	1792,63	43,47	
K8	1569,12	38,05	
K9	1782,77	43,23	
K10	1536,92	37,27	

Každý kus byl na čistém podkladu posypán směsí a tenderizován ručním tenderizérem firmy Tescoma. Byly vloženy do PE pytle zavakuovány a označeny číslem vzorku. Zaležení probíhalo v lednici při teplotě 3-4 °C po dobu 14 dní.



Obr. 8 Solení následované tenderizací, nahoře jsou kusy nachystané na vakuování.

5.3.1 Fermentace

Po dokončení zaležení byl každý kus vybalen ze sáčku, opláchnut studenou vodou od nadbytečné soli a osušen jednorázovými papírovými utěrkami. Zavěšení probíhalo následovně. Každá pečeň byla propíchnuta jehlou s uzenářskou nití cca 3 cm od horního okraje, konce niti byly spojeny a označeny číslem vzorku.

Každý kus byl zavěšen do zrací komory na 24 hodin při teplotě 24 °C a relativní vlhkosti 80 %. V této fázi probíhá probuzení dosud neaktivních bakterií mléčného kvašení, které jsou

aerobní organismy. Substrátem pro podpoření jejich množení je dextrosa. Nasazená kultura pokryje maso svými koloniemi, které tvoří bakteriociny především proti listeriím a způsobí mírné okyselení masa vytvořením kyseliny mléčné.



Obr. 9 Pečeně zavěšené před fermentací

5.3.2 Uzení a sušení

Po dokončení fermentace bylo nutné maso zaudit studeným kouřem, aby bylo zamezeno růstu nežádoucí mikroflóry na povrchu. Každé uzení by mělo trvat minimálně 1 hodinu. Maso bylo poprvé zauzeno a ve zrací komoře byly nastaveny hodnoty na 14 °C a 90 % RVV. V těchto podmínkách maso viselo 4 dny.



Obr. 10 Zavěšené pečeně po prvním zauzení ve zrací komoře

Z důvodu velkého pohybu vzorků a materiálu ve zrací skříni, a hlavně kvůli změně ideálních podmínek bylo nutné přejít na jinou variantu. V této alternativní variantě bylo maso přemístěno do klimatizované místnosti, s teplotou 16 °C, bohužel však bez měření vzdušné vlhkosti, a to na dobu 2 dní. Po této době bylo k masu do místnosti přidáno měřicí zařízení Comet S3120E. Zjištěná vlhkost méně než 35 % způsobila vznik kroužku. Toto alarmující zjištění vedlo k akutní potřebě intenzivně zvýšit relativní vlhkost v místnosti. Ke zvýšení vlhkosti posloužila voda odpařující se ze zásobní nádoby pod zavěšeným masem. Tímto způsobem bylo krátkodobě dosaženo 62 % RVV. Mezitím, bylo maso zauzeno v konvektomatu po týdnu od předcházejícího uzení.



Obr. 11 Vzorky zavěšené v konvektomatu k druhému zauzení

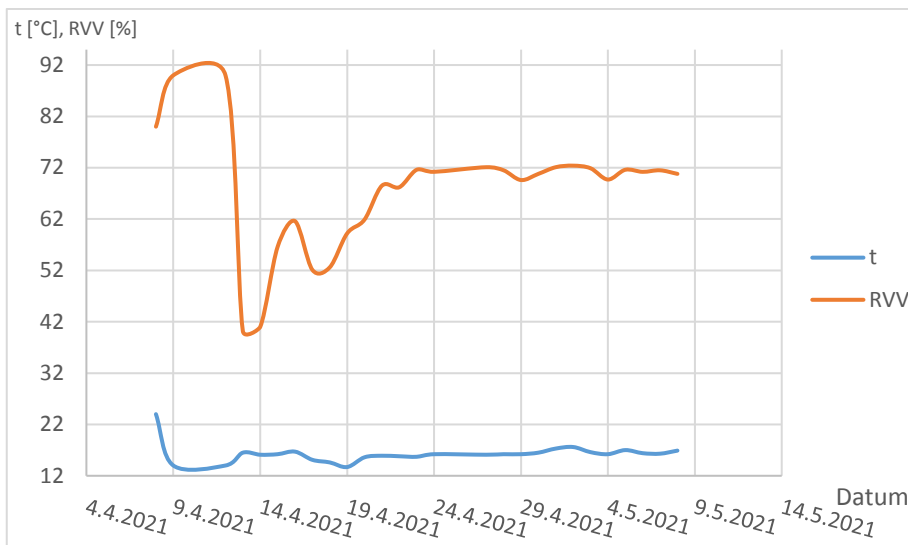
Následně díky snížení teploty ve zrací skříní mohlo být maso vráceno do ideálních podmínek, a to při nastavených 16 °C a 70 % RVV. Opět zauzeno v konvektomatu po týdnu od předešlého zakouření. V průběhu dalších 2 týdnů bylo maso 2x zauzeno a byly odebírány vzorky.

Před koncem experimentu se na všech kusech rozšířil bílý povlak a místy se objevila i plíseň. Maso bylo na postižených místech okrájeno a intenzivně zauzeno pro potlačení bující mikroflóry.

V posledním týdnu měření byla aktivita vody stále vysoká a maso bylo ponecháno ve zrací komoře nadále, i přes ukončení měření experimentu.

Tab.3 Průměrné údaje o teplotě a vlhkosti, kterým bylo maso vystaveno po dobu zrání

Datum	t [°C]	RVV [%]
8.4.2021	24	80
9.4.2021	14	90
12.4.2021	14	90
13.4.2021	16,5	40,2
14.4.2021	16,1	41
15.4.2021	16,2	56,6
16.4.2021	16,7	61,6
17.4.2021	15,1	52,1
18.4.2021	14,6	52,6
19.4.2021	13,7	59,2
20.4.2021	15,6	61,9
21.4.2021	15,9	68,5
22.4.2021	15,8	68,2
23.4.2021	15,7	71,6
24.4.2021	16,2	71,2
27.4.2021	16,1	72,1
28.4.2021	16,2	71,5
29.4.2021	16,2	69,6
30.4.2021	16,5	70,8
1.5.2021	17,3	72,1
2.5.2021	17,6	72,4
3.5.2021	16,6	71,9
4.5.2021	16,2	69,7
5.5.2021	17	71,6
6.5.2021	16,4	71,2
7.5.2021	16,3	71,5
8.5.2021	16,9	70,8



Obr. 12 Graf teploty a relativní vlhkosti vzduchu působící na maso v průběhu zrání

V grafu lze pozorovat počáteční teplotu a vlhkost vhodnou pro fermentaci. Prudký pokles vlhkosti nastal přesunutím vzorků mimo zrací komoru v důsledku změny teploty v komoře pro jiný experiment. Po deseti dnech byla teplota v komoře snížena a maso mohlo být vráceno do ideálních podmínek kde setrvalo do konce experimentu.



Obr. 13 Pečeně zavěšené zpátky ve zrací komoře

5.4 Popis odběru vzorku

První vzorek byl odebrán ze syrového masa před samotným nasolením. Napříč svalovinou byl odkrojen kus 4 cm dlouhý o průřezu daného kusu kotlety tedy přibližně 6–8 cm.

Druhý vzorek byl odebrán po dvou týdnech kdy maso viselo.

Třetí, čtvrtý a pátý vzorek je odebrán týden po předchozím odběru.

Krájení bylo prováděno ze vzorku pečeně K1 solené kuchyňskou solí a vzorku pečeně K5 solené dusitanovou solicí směsí.

Hmotnost prvního odběru 25.3.2021 nebyla zjišťována. Druhý odběr vzorku K1 byl výrazně větší než K5, protože byl odebrán jako první a bylo zjištěno, že pro naplánované analýzy stačí polovina hmotnosti.

4.5.2021 byly všechny kusy okrájeny od povlaku a drobné plísňe vytvořené na povrchu, pro úplnost jsou hmotnosti uvedeny v tabulce v příloze č.1



Obr. 14 Vzorek pečeně K5 před odkrojením oschlé přední části masa

6 VÝSLEDKY A DISKUSE

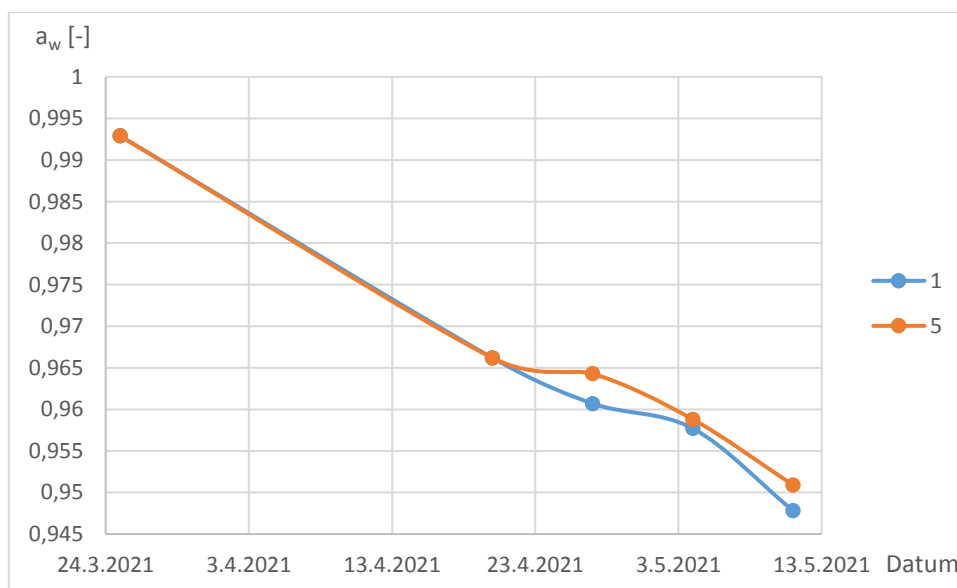
6.1 Aktivita vody

Při každém odběru byl zvlášť ukrojen 2 mm tlustý plátek. Okamžitě po odkrojení byl plátek zbaven oschlých částí a v kuchyňském robotu byl homogenizován na velikost částic cca 1 mm. Homogenní směs byla naplněna do plastových misek určených k měření a_w pomocí přístroje AquaLab 4TE

Přístroj byl nakalibrován podle návodu pomocí etalonu destilované vody dodávaného výrobcem. Jedno měření trvalo 15-20 min v závislosti na vyrovnání teploty na $(25,0 \pm 0,2)$ °C. Odečtené hodnoty byly zpracovány do tabulky

Tab.4 Naměřené hodnoty aktivity vody

Vzorek	Datum	a_w
0	25.3.2021	0,9929
K1	20.4.2021	0,9662
	27.4.2021	0,9607
	4.5.2021	0,9577
	11.5.2021	0,9484
K5	20.4.2021	0,9662
	27.4.2021	0,9643
	4.5.2021	0,9588
	11.5.2021	0,9509

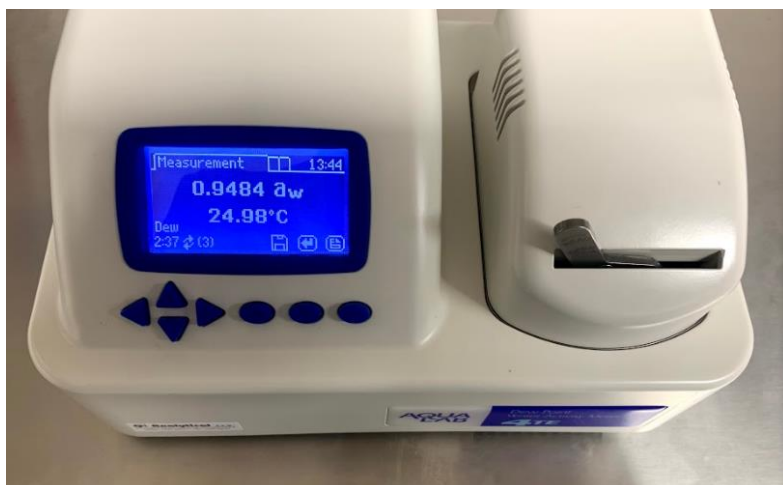


Obr. 15 Křivky poklesu aktivity vody v průběhu sušení

V grafu je zřetelné, že vzorek solený dusitanem K5 vykazoval vyšší aktivitu vody za stejných podmínek a stejný čas. Kroužek vzniklý na vzorku K1 byl subjektivně měkčí a gumovější než vzorek K5, ten byl naopak tvrdší a pevnější.

Podle Feinera (2006) by měla vodní aktivita při solení na sucho klesnout pod 0,95 přičemž obsah soli je vyšší než 4,2 %. V našem experimentu nebyl umožněn odpar vody během solení kvůli zavakuování masa a obsah soli byl 2 % syrového masa. Owen Fennema (1996) popisuje průměrnou aktivitu vody sušené šunky v hodnotě 0,92. Petrova (2015) uvádí aktivitu vody průměrné parmské šunky 0,94 a iberské šunky 0,89.

Lücke (1994) uvádí počáteční hodnotu aktivity vody mělněných masných výrobků 0,96 a finální produkt a_w pod 0,9. Aktivita vody v našem experimentu přibližně odpovídá použité metodice. Vytvořením kroužku v rané fázi sušení způsobilo zhoršení pronikání vody ven z masa.



Obr. 16 Přístroj AquaLab 4TE při měření vzorku

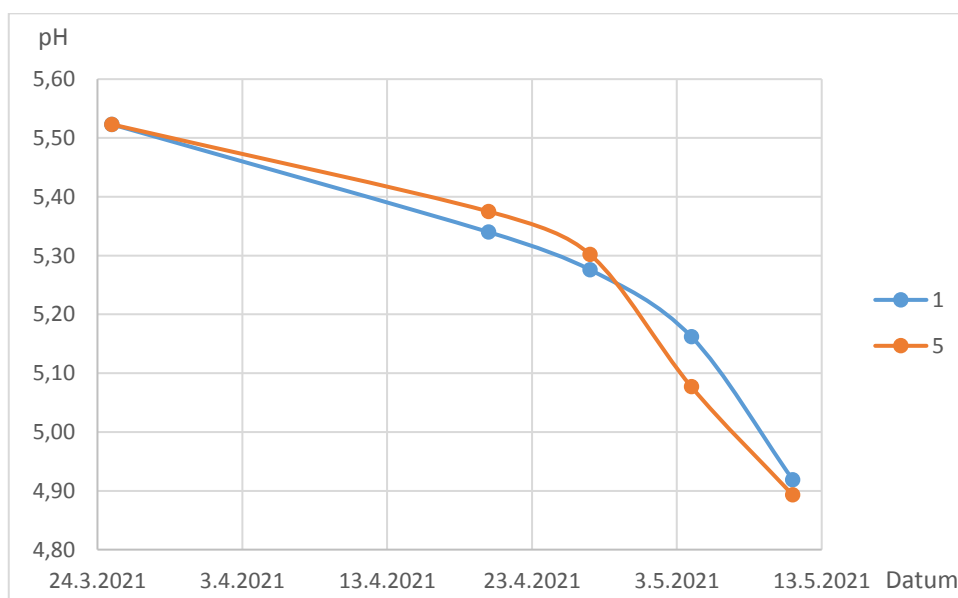
6.2 Hodnota pH

Dalším důležitým parametrem bylo měření pH pomocí přístroje opatřeného elektrodou určenou pro měření pevných vzorků. Pokaždé bylo provedeno 10 vpichů z každé strany, 4 do okrajových částí a 6 vpichů do měkkého středu. Hodnoty byly zaznamenány do tabulky a vyhodnoceny.

Tab. 5 Naměřené a zprůměrované hodnoty pH

Vzorek	Datum	pH										\hat{x}	$\hat{\sigma}_x$
0	25.3.2021	5,58	5,55	5,56	5,54	5,51	5,51	5,48	5,46	5,5	5,54	5,52	0,01
K1	20.4.2021	5,38	5,29	5,46	5,47	5,35	5,26	5,47	5,19	5,17	5,36	5,34	0,04
	27.4.2021	5,36	5,3	5,34	5,28	5,24	5,29	5,22	5,22	5,24	5,27	5,28	0,02
	4.5.2021	5,36	4,85	4,52	5,42	5,36	5,29	5,3	4,76	5,35	5,41	5,16	0,10
	11.5.2021	5,11	5,26	4,42	4,47	5,21	3,87	5,21	5,27	5,21	5,16	4,92	0,15
K5	20.4.2021	5,29	5,29	5,33	5,28	5,59	5,45	5,53	5,34	5,31	5,34	5,38	0,03
	27.4.2021	5,16	5,4	5,45	5,44	5,29	5,43	5,19	5,09	5,29	5,28	5,30	0,04
	4.5.2021	4,92	5,08	5,1	5,01	5,06	5,04	5,01	5,24	5,25	5,06	5,08	0,03
	11.5.2021	5,16	4,67	5,02	4,92	4,63	5,02	5,01	4,81	4,83	4,86	4,89	0,05

Hodnoty pH v tabulce jsou na začátku experimentu rovnoměrné z pohledu místa vpichu, na povrchu byla hodnota pH téměř shodná se středem masa. V průběhu zrání se začaly projevovat rozdíly, přičemž okraj masa byl kyselější a střed vykazoval vyšší pH. Rozdíl byl výraznější v případě masa soleného kuchyňskou solí, kde na konci experimentu okraj masa vykazoval hodnotu blíží se 4 a střed masa překračoval pH 5. vzorek solený dusitanovou solí směsí měl hodnoty více konzistentní. Rozdíl v intenzitě kolísání můžeme vidět z tabulky podle směrodatné odchylky průměru.



Obr. 17 Graf změny pH v průběhu zrání

Ribeiro (2020) popsal vstupní pH hovězího masa požitého pro svůj experiment v hodnotě 5,47. Vstupní hodnota tohoto autora je téměř shodná s naší vstupní hodnotou pH.

Cheol Woo Lee (2016) zjistil konečnou průměrnou hodnotu 5,66 u vepřové pečeně uchované 40 dní při teplotě 1–2 °C a RVV 80 %. Autor nezmiňuje vstupní hodnotu, která by byla zajímavým srovnáním. Jeho finální hodnota je vyšší než naše vstupní a teplota skladování je velmi nízká pro dostatečnou fermentaci.

Schulte (2019) zjišťoval pH vepřové panenky po 21 dnech mokrého zrání ve vakuovém balení. Vstupní hodnota byla 5,88 a konečná hodnota 5,86. Z tohoto zjištění je možné vyvodit, že přístup vzduchu k výrobku je zásadní pro průběh fermentace, jelikož mikroflóra způsobující okyselení je aerobní.

Autor Serra (2004) měřil pH komerční Serrano šunky, hodnoty kolísaly mezi 5,96–6,84 přičemž u vysokých hodnot pH pojal podezření, že šunka byla vyrobená z nevyhovujícího masa.

Lücke (1994) popisující mělněné výrobky, potvrzuje vstupní hodnotu okolo pH 5,8. Fermentaci doporučuje ukončit při dosažení pH 5,3, kdy vhodné je snížit teplotu, aby pokles pH probíhal co nejpomaleji a bylo umožněno vývoj barvy a aroma výrobku.

Dá se usoudit, že pokles pH u našeho experimentu je v pořádku v závislosti na množství přidaných sacharidů a na teplotě, kterým bylo maso vystaveno. Pro zpomalení poklesu by bylo vhodné použít doporučené nižší teploty.

6.3 Barva

Pro měření byl při každém odběru odkrojen plátek přibližně 2 mm tlustý, byl zabalen do sáčku a uložen do lednice. Při přesunu vzorku na jinou budovu byl použit černý sáček, který chránil plátky masa před slunečním zářením, které by mohlo ovlivnit měření barvy.

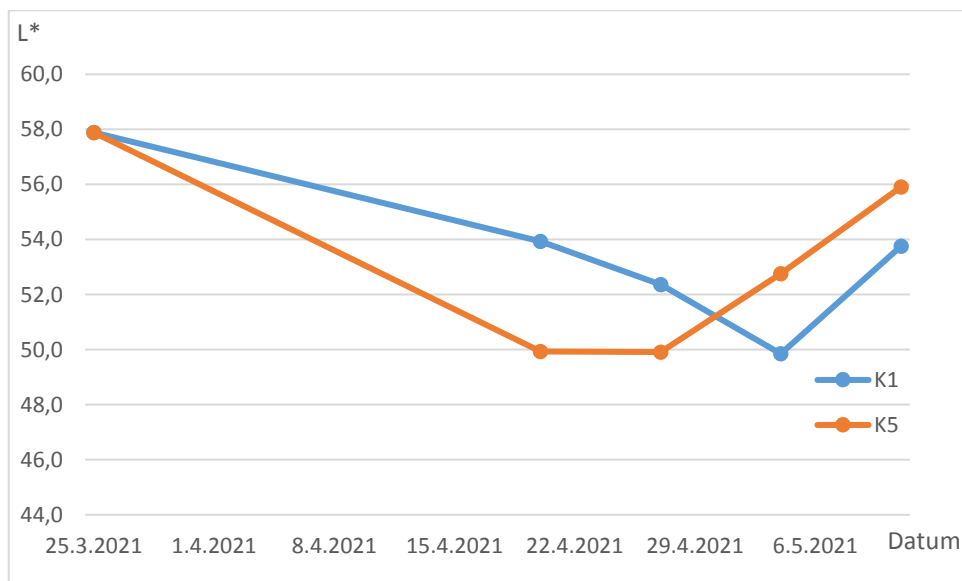
Měření parametrů v barevném prostoru CIE L*a*b* bylo provedeno na přístroji Ultrascan PRO od společnosti HunterLab. Všechny vzorky byly změřeny celkem 5x, z nichž byl vypočítán průměr a směrodatná odchylka průměru.

Tab. 6 Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů barvy vzorku a jejich směrodatné odchylky

Vzorek	Datum	L*	±	a*	±	b*	±
0	25.3.2021	57,9	0,5	13,3	0,5	18,0	0,5
K1	20.4.2021	53,9	1,1	17,5	0,7	19,2	1,2
	27.4.2021	52,4	0,9	15,6	0,4	15,5	1,0
	4.5.2021	49,9	0,4	18,9	0,3	14,4	0,2
	11.5.2021	53,8	1,9	17,3	0,8	14,6	0,6
K5	20.4.2021	49,9	1,1	20,6	0,7	18,0	0,7
	27.4.2021	49,9	1,2	17,3	0,4	16,3	0,6
	4.5.2021	52,8	1,6	19,5	0,7	15,5	0,8
	11.5.2021	55,9	0,7	19,2	0,4	16,7	0,3

6.3.1 Hodnoty L*

Syrové maso na začátku experimentu vykazovalo světlejší barvy. Dá se říct, že maso v průběhu zrání mírně ztmavlo, ale u obou vzorků je patrný nárůst světlosti po měsíci zrání.



Obr. 18 Graf znázorňující hodnoty světlosti v průběhu zrání

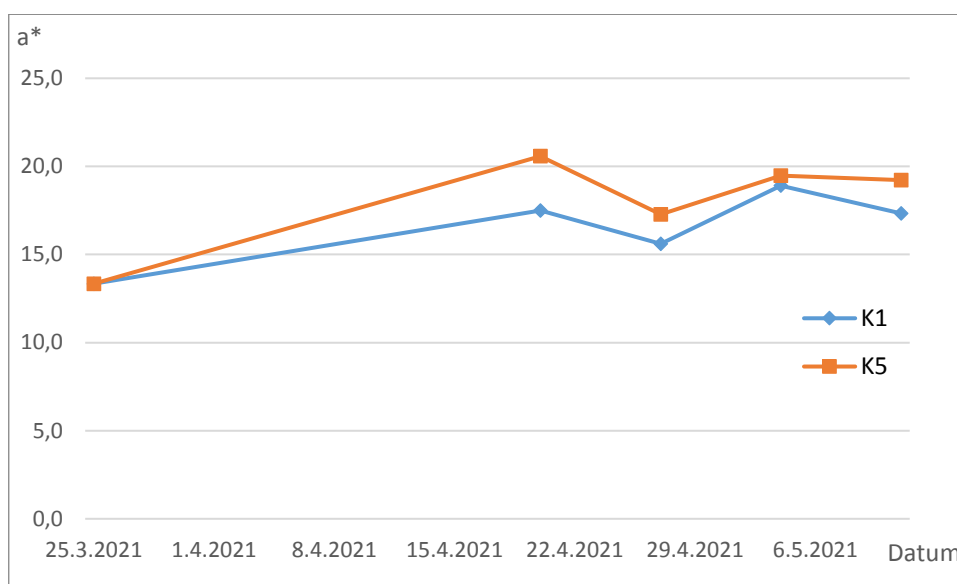
Kunová (2015) stanovila světlost pečeně sušené při nízkých teplotách a vysoké RVV na hodnotu 44,4 a za stejných podmínek sušený krk vykázal hodnotu L* 40,7

V průběhu mokrého zrání vepřové panenky stanovil Schulte (2019) změnu světlosti z 43,9 na začátku experimentu na výslednou hodnotu světlosti, která po 21 dnech vzrostla na 50. Vstupní hodnota syrové vepřové panenky byla mírně tmavší, než jakou stanovil Ribeiro (2020), který zaznamenal světlost čerstvého hovězího roštěnce 45,2.

Lindahlová (2005) sledovala barvu vepřové pečeně různých plemen a hodnoty světlosti se u čerstvého masa pohybovaly v rozmezí 54–56.

6.3.2 Hodnoty a*

Při prvním pohledu na graf by nás měl zaujmout rozdíl v intenzitě červené barvy vzorku K1 a K5. Při použití dusitanové solící směsi je ve všech měřených vzorcích červená barva intenzivnější v porovnání se vzorkem nasoleným kuchyňskou solí.



Obr. 19 Graf vývoje červené barvy v průběhu času zrání

Jůzl (2012) měřil pečeně 24 hodin po porážce a jeho průměrné hodnoty se pohybovaly okolo 2,09. naopak podle Lindahlové (2005) u vepřových pečení různých plemen byly v rozmezí 7,5–10.

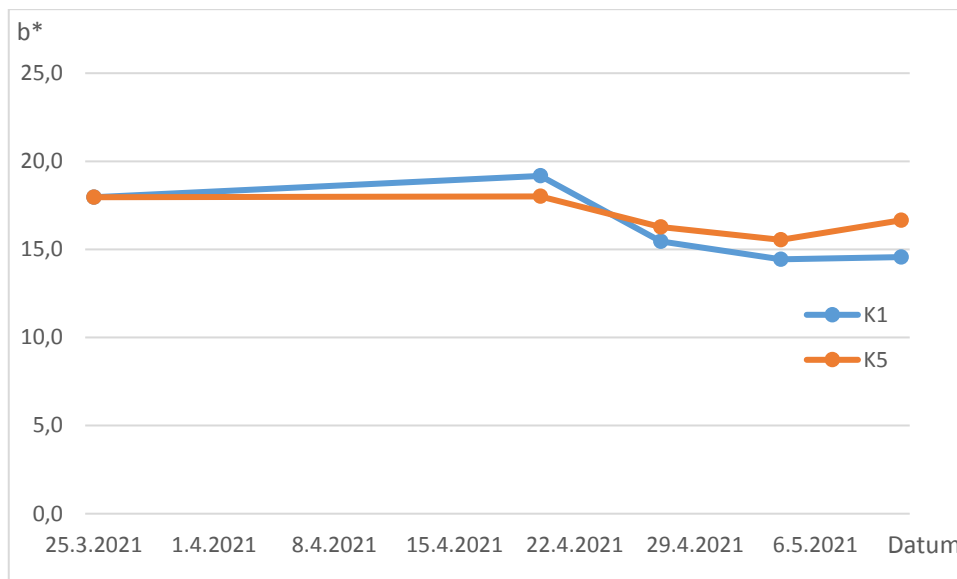
Kunová (2015) popisuje barvu u pomalu sušené pečeně 10,2 a krkovice vykazovala hodnotu 14,45.

Schulte (2019) stanovil na zavakuované vepřové panence hodnotu červené 13,73.

Ribeiro (2020) zjistil průměrnou hodnotu 18,23 pro vzorek hovězího masa. Hovězí maso tedy nemá výrazněji červený odstín než vepřová pečeně po měsíci zrání.

6.3.3 Hodnoty b*

Z grafu je možné pozorovat, jak vzorek s dusitanem K5 má stálou žlutou barvu, výrazně se nemění. U vzorku K1 je možné pozorovat úbytek v řádu jednotek.



Obr. 20 Graf změny žluté barvy v průběhu zrání

Podle Kunové (2015) měla sušená pečeně hodnoty v průměru b^* 9,22 což je téměř o polovinu nižší hodnota, než bylo naměřeno na našich pečeních.

Pro srovnání dva autoři zjišťovali pH syrové pečeně. Lindahlová (2005) měla hodnoty b^* v rozmezí 6,5–8,5 a Jůzl (2012) naměřil průměrnou hodnotu 12,2.

Všichni zmiňovaní autoři naměřili hodnoty jen o málo nižší. Dalo by se říct že maso neobsahuje výrazně žluté odstíny



Obr.21 Měření barvy na kolorimetru na ústavu materiálového inženýrství na budově U15

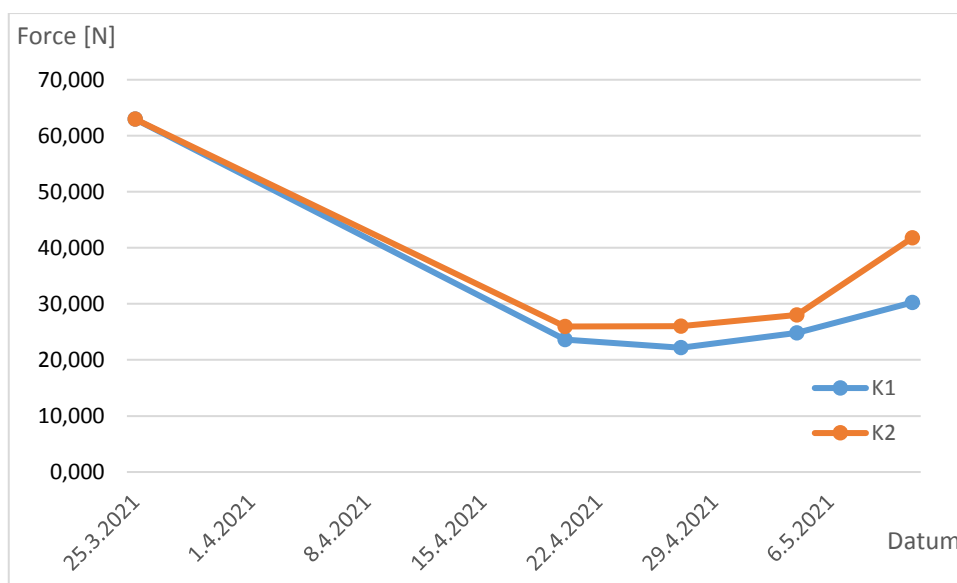
6.4 Textura

Měření textury bylo provedeno na přístroji TA.XT plus Texture Analyzer, přístroj byl při každém spuštění zkalibrován pomocí 5 kg závaží, byl nasazen WB nůž v geometrii V, který byl správně nasměrován do otvoru v podložním stolku. Výška byla nakalibrována na 30 mm. Z každého vzorku bylo vytvořeno 25 kousků o rozměrech přibližně 10x10x20 mm. Jednotlivé kousky byly pečlivě vyřezány tak aby svalová vlákna byla kolmo na řeznou plochu, aby měření zjišťovalo sílu, jakou je potřeba na přerýznutí a nešlo tak o skluz svalových vláken po sobě.

Jeden po druhém byly vkládány pod WB nůž, který překrojil každý kousek a zaznamenal odporové síly. Výsledky byly zprůměrovány a zaneseny do tabulky a do grafu

Tab. 7 Naměřené průměrné hodnoty síly pomocí TA.XT textuometru a vypočítaná směrodatná odchylka průměru

Vzorek	Datum	F [N]	±
0	25.3.2021	62,972	2,885
K1	20.4.2021	23,619	1,211
	27.4.2021	22,177	1,155
	4.5.2021	24,824	1,637
	11.5.2021	30,242	1,558
K5	20.4.2021	25,963	0,649
	27.4.2021	26,020	1,843
	4.5.2021	28,041	1,605
	11.5.2021	41,808	1,786



Obr.22 Graf zaznamenaných průměrných hodnot síly vynaložené k překrojení vzorku masa

V grafu můžeme pozorovat určitý trend v tuhosti masa, kdy počáteční hodnota přesahuje 60 N a v průběhu zrání klesá. Přibližně po měsíci od fermentace začínají hodnoty tuhosti pomalu vzrůstat v důsledku ztráty vody sušením. Delším sušením bychom se pravděpodobně mohli dostat na hodnoty vyšší tuhosti, než byla na počátku u syrového masa.

Vzorek solený kuchyňskou solí byl podle průměrných hodnot měkčí, resp. síla vynaložená na překrojení byla menší. Vzorek s dusitanovou směsí byl tužší než vzorek K1. V posledním měření byly vyřezané kousky nepatrně větší, tudíž síla pro překrojení musela být také vyšší. Vyšší hodnoty směrodatné odchylky byly dány především nestejnou velikostí jednotlivých testovaných kousků

Jee Huan Choe (2016) popisuje měření textury vepřové kotlety, u které neproběhlo zrání, pouze tepelný zákrok. K měření využil válečky o průměru 12,7 mm a kvádry 15x15 mm. Průměrná zaznamenaná hodnota byla 17,25 N pro válečky a 22,47 N pro kvádry. S ohledem na to že použil větší geometrii vzorků, dosáhl u tepelně opracované kotlety menší tuhosti, než tomu bylo v našem experimentu.

Kunová (2015) použila k sušení nižší teploty a konečná naměřená hodnota pečeně byla 9,99 $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ a krkovice 6,34 $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$. Po přepočtu na stejné jednotky je počáteční hodnota našeho experimentu 16,5 $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$ a nejnižší naměřená hodnota 6,3 $\text{kg}\cdot\text{s}^{-1}$. To znamená že autorka dosáhla podobných hodnot za kratší dobu při nižší teplotě.



Obr. 23 Texturometr TA.XT plus při měření vzorku



Obr. 24 Vzorek na WBS před překrojením

ZÁVĚR

Cílem bylo stanovit základní parametry tepelně neopracovaného masného výrobku. Bohužel epidemiologická situace neumožnila provedení experimentu v rozsahu, jakém by tato problematika zasluhovala. Správně by měly být dodrženy stabilní podmínky výroby, čehož by mohlo být dosaženo, použitím komory výhradně pro jeden experiment. Teplota byla dodržena, jenže relativní vlhkost vzduchu byla zásadně snížena v počáteční fázi výroby což mělo za následek vytvoření tzv. kroužku. Odpar vody ze středu byl tím pádem velmi zpomalen, což je vidět na měření aktivity vody.

Na základě porovnání výsledků a_w s literaturou, lze konstatovat, že nebylo dosaženo požadovaného stupně vysušení. Tento typ výrobku by měl dosahovat aktivity vody pod 0,93 aby bylo zabráněno růstu nebezpečných neproteolytických bakterií rodu *Clostridium*. Produkt vykazující vyšší aktivitu vody není možné uchovávat delší dobu mimo chladírenské teploty. Naopak výrobek s aktivitou vody pod 0,93 lze krátkodobě skladovat při pokojových teplotách, jenže při této a_w můžou růst i jiné bakterie, které proteolýzou nebo lipolýzou znehodnotí výrobek. Pokud se s hodnotou a_w dostaneme pod 0,89 můžeme výrobek považovat za trvanlivý a ve vakuovém balení vydrží požitelný minimálně v řádu měsíců.

Sledovaná hodnota pH vcelku korelovala s hodnotami, které uvádějí další autoři. Dalo by se říct, že pH kleslo až na úroveň, která se používá u fermentovaných salámů, než jak je tomu u sušených šunek.

Barva za studena sušených pečení byla ve všech souřadnicích vyšší, než jaké uvádí literatura. Nabízí se vysvětlení v podobě prodlevy, která byla mezi odebráním vzorku a samotným měřením na jiné budově fakulty. Správně by měření mělo probíhat ihned po odkrojení vzorku. Reálnou analýzou by bylo zabráněno pochybnostem o vlivu světla a tepla na změnu barvy během přesunu vzorku k měření. Případně by mohla být alternativa použití chladičích boxů do kterého by nebyl přístup světla při přenosu vzorku.

Při hodnocení textury bylo zásadní dodržet stejnou velikost překrajovaných kousků. Podle směrodatných odchylek je možné pozorovat, že největší odchylky byly u syrového masa, z kterého se obtížněji vyřezávají geometricky přesné kusy, u více vysušeného masa je chystání kousků jednodušší. Při srovnání s jinými autory se dá konstatovat, že naměřené hodnoty odpovídají použité metodice. Trend nárůstu odporové síly bych však očekával po delší době sušení.

Námi zvolené analýzy byly vhodné ke zjištění základních technologických parametrů. Pro detailnější pohled do problematiky sušených fermentovaných mas by bylo dobré provést mikrobiální rozbor a chemické analýzy, jako oxidace lipidů, obsah bílkovin, a nebo stupeň proteolýzy. Sensorická analýza by mohla podat informace o preferencích spotřebitelů. Vhodné by bylo porovnat vliv množství použité soli, porovnat rozdílné teploty sušení a vliv technologie na různá výseková masa.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1]. LÁTA, J. (1984), *Technologie masa*, Praha: SNTL
- [2]. KAMENÍK, J., JANŠTOVÁ, B., SALÁKOVÁ, A. (2014), *Technologie a hygiena potravin živočišného původu*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, ISBN 978-80-7305-722-0.
- [3]. STEINHAUSER, L. a kol. (1995), *Hygiena a technologie masa*, Brno: LAST, 1. vydání. ISBN 80-9002260-4-4; 664s.
- [4]. VELÍŠEK, J., HAJŠLOVÁ, J. (2009), *Chemie potravin 1*, Tábor: OSSIS, ISBN 9788086659176
- [5]. TORNBERG, E. (1996), *Biophysical aspects of meat tenderness*, Meat Science, vol. 43, 1, p. 175-191
- [6]. KAMENÍK, J. (2014), *Trvanlivé masné výrobky*, BRNO: VFU, ISBN 978-80-7305-106-8; 248 s
- [7]. PROSCIUTTO DI PARMA CONSORTIUM, *Protected Designation of Origin Specifications*, Specifications and Dossier pursuant to Article 4 of Council Regulation EEC no. 2081/92 dated 14 July 1992
- [8]. PETROVA, I. (2015), *Manufacture of dry-cured ham: a review. Part 1. Biochemical changes during the technological process*, European Food Research and Technology, DOI 10.1007/s00217-015-2490-2
- [9]. Obr. 1 dostupné z <https://shop.silvanoromaniparma.com/media/wysiwyg/guida/Prosciutto-di-Parma-storia.jpg>
- [10]. The Speck Alto Adige Consortium, dostupné z <https://www.speck.it/en/production/>
- [11]. Obr. 2 dostupné z https://www.genuss-magazin.eu/content/genuss/genuss-magazin/de/essen/2016/04/handl_tyrol_fuerqualitaetundbestengeschmackausgezeichnet/_jcr_content/rtePar/richtext2.fitIn.garten_rteimage_lightbox.jpg/1503437988974/14604467203781.jpg
- [12]. CONSORTIUM DU JAMBON DE BAYONNE, *Bayonne Ham*, specifikace výrobku
- [13]. LINDAHL, G. (2005), *Significance of early postmortem temperature and pH decline on colour characteristics of pork loin from different crossbreeds*, Meat Science 72, p.613–623,
- [14]. Obr. 3 dostupné z <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-2ff4c788d8c2aaa1041234de1f3df500>

- [15]. RENTFROW, G. (2012), *Technology of dry-cured ham production: Science enhancing art*, Animal Frontiers Vol. 2, No. 4, p. 26-31
- [16]. Obr. 4 dostupné z https://miro.medium.com/max/6528/1*7OF71UnNTFRG0iZo2j-Y4A.png
- [17]. Obr. 5 dostupné z https://maryinzambia.files.wordpress.com/2015/07/img_5605.jpg
- [18]. DZIMBA, F. E. J. M. (2007), *Testing the sensory acceptability of biltong formulated with different spices*, African Journal of Agricultural Research Vol. 2 (11), p. 574-577
- [19]. Obr. 6 dostupné z <https://www.thefooddictator.com/wp-content/uploads/2020/11/biltong.jpg>
- [20]. TOLDRÁ, F. (2006), *Advanced Technologies for Meat Processing*, CRC Press, p. 309-328
- [21]. Lücke, F.-K. (2015), *Advances in Fermented Foods and Beverages*, ed. W. Holzapfel, p. 357-376, Elsevier, Amsterdam
- [22]. KADLEC, P. (2002), *Technologie potravin II. 1. vyd.* Praha: VŠCHT, ISBN 80-7080-510-2; 236 s.
- [23]. Feiner, Gerhard (2006), *Meat Products Handbook - Practical Science and Technology*, Woodhead Publishing, p. 417-440 Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMHPST0H/meat-products-handbook/meat-products-handbook>
- [24]. PINNA, A. (2013), *Volatile Organic Compounds of Parma Dry-cured Ham as Markers of Ageing Time and Aged Ham Aroma*, Ital. J. Food Sci., vol. 24, p. 321-331
- [25]. HUTKINS, R. W. (2006), *Microbiology and Technology of Fermented Foods*, IFT Press, p. 207-232
- [26]. SafePro® BL-C-77, produktové informace firmy Chr. Hansen, Verze: 3 PI GLOB EN 06-04-2018
- [27]. Baktoferm Metat Manual, Výroba fermentovaných masných výrobků se startovacími kulturami Chr. Hansen, příručka pro zákazníky firmy Chr. Hansen
- [28]. FENNEMA, O. R. (1996), *Food Chemistry*, CRC Press; 3rd edition, ISBN 978-0824793463, 1067 s
- [29]. <https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods>

-
- [30]. KAMENÍK, J. (2012), *Hygiena a technologie masa*, Brno: VFU, ISBN 978-80-7305-608-7; 117 s
- [31]. LEE, Ch. W. (2016), *Quality Improvement of Pork Loin by Dry Aging*, Korean J. Food Sci. An. Vol. 36, No. 3, p. 369-376
- [32]. CHOE, J.-H. (2016), *Estimation of Sensory Pork Loin Tenderness Using Warner-Bratzler Shear Force and Texture Profile Analysis Measurements*, Asian Australas. J. Anim. Sci. Vol. 29, No. 7: 1029-1036
- [33]. *Precise color communication*, Color control from perception to instrumentation, KONICA MINOLTA manual
- [34]. JEŽEK, F., SALÁKOVÁ, A. (2012), *Senzorická analýza potravin*, Brno: VFU, 125 s
- [35]. RIBEIRO, F. A. (2020), *Ultimate pH effects on dry-aged beef quality*, Meat Science 172 108365
- [36]. LÜCKE, K.-F. (1994), *Fermented meat products*, Food Research International 27, p. 299-307
- [37]. SERRA, X. (2004), *Texture parameters of dry-cured ham m. biceps femoris samples dried at different levels as a function of water activity and water content*, Meat Science 69 (2005), p. 249–254
- [38]. SCHULTE, M. (2019), *Influence of postmortem aging and post-aging freezing on pork loin quality attributes*, Meat and Muscle Biology 3(1), p.313–323
- [39]. KUNOVÁ, S. (2015), *Evaluation of dried salted pork ham and neck quality*, Potravinárstvo, vol. 9, no. 1, p. 509-514
- [40]. JŮZL, M. a kol. (2012), *The relationship between colour and the other meat quality traits in Czech Large White pigs*, Maso International, p. 131-136

7 SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

WBS	Warner-Bratzler Shear (force)
PDO	Protected Destination of Origin
RVV	Relativní vlhkost vzduchu
PGI	Protected Geographical Indication
a_w	Aktivita vody
ERH	Equilibrium Relative Humidity
DFD	Dark, firm, dry
PSE	Pale, soft, exudative
CIE	International Commission on Illumination
ÚTP	Ústav technologie potravin
PE	Polyethylen

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Parmská šunka bez kůže [9]</i>	17
<i>Obr. 2 Tyrolský špek firmy Handl [11]</i>	18
<i>Obr. 3 Bayonnská šunka s výrazným cejchem [14]</i>	19
<i>Obr. 4 Country ham firmy Edwards z Virginie [16]</i>	20
<i>Obr. 5 Čínská šunka Jinhua [17]</i>	21
<i>Obr. 6 Příklad výrazně kořeněného Biltongu z hovězího roštěnce [19]</i>	22
<i>Obr. 7 Záběr znázorňuje syrové pečeně, 2 již nakrájené a jedna ještě v celku</i>	37
<i>Obr. 8 Solení následované tenderizací, nahoře jsou kusy nachystané na vakuování.</i>	38
<i>Obr. 9 Pečeně zavěšené před fermentací</i>	39
<i>Obr. 10 Zavěšené pečeně po prvním zauzení ve zrací komoře</i>	40
<i>Obr. 11 Vzorok zavěšené v konvektomatu k druhému zauzení</i>	40
<i>Obr. 12 Graf teploty a relativní vlhkosti vzduchu působící na maso v průběhu zrání</i>	42
<i>Obr. 13 Pečeně zavěšené zpátky ve zrací komoře</i>	42
<i>Obr. 14 Vzorek pečeně K5 před odkrojením oschlé přední části masa</i>	43
<i>Obr. 15 Křivky poklesu aktivity vody v průběhu sušení</i>	44
<i>Obr. 16 Přístroj AquaLab 4TE při měření vzorku</i>	45
<i>Obr. 17 Graf změny pH v průběhu zrání</i>	46
<i>Obr. 18 Graf znázorňující hodnoty světlosti v průběhu zrání</i>	48
<i>Obr. 19 Graf vývoje červené barvy v průběhu času zrání</i>	49
<i>Obr. 20 Graf změny žluté barvy v průběhu zrání</i>	50
<i>Obr. 21 Měření barvy na kolorimetru na ústavu materiálového inženýrství na budově U15</i>	51
<i>Obr. 22 Graf zaznamenaných průměrných hodnot síly vynaložené k překrojení vzorku masa</i>	52
<i>Obr. 23 Texturometr TA.XT plus při měření vzorku</i>	53
<i>Obr. 24 Vzorek na WBS před překrojením</i>	53

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Stupeň neshody dvou barev</i>	33
<i>Tab. č 2 Množství nakládací směsi na hmotnost masa</i>	38
<i>Tab.3 Průměrné údaje o teplotě a vlhkosti, kterým bylo maso vystaveno po dobu zrání</i>	41
<i>Tab.4 Naměřené hodnoty aktivity vody</i>	44
<i>Tab. 5 Naměřené a zprůměrované hodnoty pH</i>	46
<i>Tab. 6 Průměrné hodnoty jednotlivých parametrů barvy vzorku a jejich směrodatné odchylky</i>	48
<i>Tab. 6 Naměřené průměrné hodnoty síly pomocí TA.XT texturometru a vypočítaná směrodatná odchylka průměru</i>	51

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Rozpis odběru vzorků a odkrojené množství masa

**PŘÍLOHA P I: ROZPIS ODBĚRU VZORKŮ A ODKROJENÉ
MNOŽSTVÍ MASA**

Vzorek	20.4.2021	27.4.2021	4.5.2021	11.5.2021
K1	443,72	199,94	216,79	194,21
K2			25,57	
K3			36,39	
K4			49,41	
K5	186,99	200,24	247,90	220,15
K6			14,67	
K7			32,36	
K8			20,79	
K9			18,10	
K10			29,89	