

Hmotnostní ztráty při technologických úpravách vepřového masa

Tereza Novotná

Bakalářská práce
2020

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	Tereza Novotná
Osobní číslo:	T17128
Studijní program:	B2901 Chemie a technologie potravin
Studijní obor:	Chemie a technologie potravin
Forma studia:	Prezenční
Téma práce:	Hmotnostní ztráty při technologických úpravách vepřového masa

Zásady pro vypracování

1. Popis složení a technologických vlastností vepřového masa.
2. Technologické operace v masné výrobě.
3. Technologické operace při gastronomickém zpracování vepřového masa.
4. Ztráty hmotnosti při technologických a gastronomických úpravách vepřového masa.
5. Formulace závěrů plynoucích z práce.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] CHRISTENSEN, M., PURSLOW, P. P., LARSEN, L. M. (2000): The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. *Meat Science*, 55, 301-307.
- [2] STEINHAUSER, L. a kol. (1995): *Hygiena a technologie masa*, LAST Brno, 1. vydání, 664 s.
- [3] PURSLOW, P. P. (2017): The Structure and Growth of Muscle. In: Toldrá F. (ed.): *Lawrie's Meat Science*. Eighth Edition. Woodhead Publishing, Duxford, Spojené Království. 713 s.

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

Datum zadání bakalářské práce: **17. února 2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **22. května 2020**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

doc. RNDr. Iva Burešová, Ph.D.
ředitel ústavu

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

Tato bakalářská práce se zabývá hmotnostními ztrátami, které vznikají během různých metod technologického opracování vepřového masa. Úvodní část je zaměřena na chemické složení masa a jeho technologické vlastnosti. Druhá část se zabývá použitím různých metod tepelného opracování, kdy pomocí různých autorů, kteří tuto problematiku studovali, byly zjištěny hmotnostní úbytky, které vznikají během tepelných úpravách vepřového masa. Během opracování nedochází pouze k úbytkům hmotnosti, ale také k nutričním ztrátám, které jsou nevyhnutelné.

Klíčová slova: vepřové maso, ztráty hmotnosti, gastronomie

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with weight losses which are created during various method of technological treatment of pork. The introductory part deals is chemical composition of meat and its technological qualities. The second part deals with use of various method heat treatment where with help of various authors, who studies this issue, were found weight losses which are created during heat treatment of pork. During the process does not only occur the weight loss, but also nutritional loss which is inevitable.

Keywords: pork, weight loss, gastronomy

Ráda bych poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za zájem, věnovaný čas, cenné rady a podporu, kterou projevoval během celého psaní práce. Dále chci také poděkovat i mé rodině, která mi celou dobu věřila a pomáhala během celého studia.

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

OBSAH

ÚVOD	8
1 CHARAKTERISTIKA VEPŘOVÉHO MASA	9
1.1 ROZDĚLENÍ MASA PODLE TYPU TKÁNÍ.....	9
1.1.1 Epitelová tkáň.....	9
1.1.2 Nervová tkáň	9
1.1.3 Pojivová tkáň.....	9
1.1.3.1 Vazivo.....	10
1.1.3.2 Chrupavka.....	10
1.1.3.3 Kost.....	10
1.1.4 Svalová tkáň.....	11
1.1.4.1 Příčně pruhovaná svalovina	11
1.1.4.2 Hladká svalovina.....	11
1.1.4.3 Srdeční svalovina.....	12
1.2 CHEMICKÉ SLOŽENÍ MASA	12
1.2.1 Bílkoviny.....	13
1.2.1.1 Sarkoplazmatické bílkoviny	13
1.2.1.2 Myofibrilární bílkoviny	13
1.2.1.3 Stromatické bílkoviny.....	13
1.2.2 Lipidy	13
1.2.3 Extraktivní látky	14
1.2.4 Minerální látky	14
1.2.5 Vitaminy.....	14
2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA	15
2.1 BARVA	15
2.1.1 Změna barvy při tepelném opracování.....	16
2.1.1.1 pH masa	17
2.1.1.2 Redoxní stav myoglobinu	17
2.1.1.3 Primární struktura myoglobinu.....	17
2.1.1.4 Přítomnost antioxidantů a prooxidantů.....	18
2.2 VAZNOST MASA.....	18
2.2.1 Faktory ovlivňující vaznost masa.....	18
2.2.2 Změny vaznosti během tepelných úprav	19
2.3 TEXTURA MASA.....	20
2.3.1 Změna textury při tepelných úpravách masa.....	20
3 VADY U VEPŘOVÉHO MASA	22
3.1 VADA PSE	22
3.1.1 Detekce vady PSE	22
3.1.2 Tepelné opracování PSE vepřového masa	23
3.2 VADA DFD	23
3.2.1 Tepelné opracování masa DFD.....	24
4 HMOTNOSTNÍ ZTRÁTY PŘI GASTRONOMICKÝCH ÚPRAVÁCH VEPŘOVÉHO MASA	25

4.1	VAŘENÍ MASA VE VODNÍ LÁZNI	25
4.2	PEČENÍ MASA	28
4.3	SMAŽENÍ MASA NA PÁNVI.....	32
4.4	GRILOVÁNÍ.....	32
4.5	NÍZKOTEPLTNÍ A DLOUHODOBÉ VAŘENÍ.....	33
4.5.1	Sous-vide.....	33
4.5.2	Ohmické vaření	34
ZÁVĚR		38
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		40
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		48
SEZNAM OBRÁZKŮ		49
SEZNAM TABULEK.....		50

ÚVOD

Maso je konzumováno přibližně 2,5 miliony let. Nejprve se požívalo pouze v syrovém stavu, kdy maso bylo a je velkou zásobárnou bílkovin, tuků, minerálních látek a také vitaminů. Velkým problémem bylo zajištění delší trvanlivosti masa, jelikož podléhalo rychlé zkáze, a tak hlavním mezníkem ve vývoji člověka bylo získání ohně, který začal využívat mimo jiné i k tepelné úpravě potravin. Uvádí se, že tepelné opracování je člověkem využíváno téměř 1,5 milionu let. Díky tepelnému opracování se zvýšila stravitelnost masa, jeho chutnost a také se zlepšila i údržnost.

Chutnost masa je dána především obsahem chuťových a extraktivních látek. Mezi hlavní výhody patří jeho nutriční složení, kdy maso je zdrojem důležitých látek, jako jsou bílkoviny nebo minerální látky. Maso je bohaté na proteiny, které jsou plnohodnotné, jelikož obsahují esenciální aminokyseliny, a tudíž z nutričního hlediska je maso nezastupitelnou součástí stravy.

Jelikož vepřové maso patří mezi jedno z nejvíce konzumovaných a oblíbených mas u nás i ve světě je znalost tepelného opracování velmi důležitá. Hmotnostní úbytek, který vzniká při tepelném opracování masa způsobuje nemalé ekonomické, ale i nutriční ztráty. Z tohoto hlediska je důležité, aby byla vybrána správná teplota a metoda zpracování, aby úbytek byl co možná nejnížší.

1 CHARAKTERISTIKA VEPŘOVÉHO MASA

Mezi maso patří všechny části těl živočichů, které jsou v upraveném nebo neupraveném stavu, a která se využívají k výživě lidí. Do definice masa spadají i orgány, mezi které patří játra a srdce. Vepřové maso se považuje za potravinu se základními nutričními vlastnostmi, jelikož je zdrojem důležitých bílkovin, minerálních látek a tuků [1, 2, 3].

1.1 Rozdělení masa podle typu tkání

Struktura masa je tvořena buňkami, které jsou uspořádány do jednotlivých souborů neboli tkání. Tkáně se skládají z buněk, které jsou stejné funkce i morfologie a mají společný původ. Maso se skládá z několika různých typů tkání. Patří sem 5 druhů tkání: epitelová, nervová, pojivová, svalová tkáň a tkáňové tekutiny [4, 5].

1.1.1 Epitelová tkáň

Je to rozhraní mezi jinými tkáněmi. Patří sem část tkáně, která pokrývá povrch těla, tělních dutin a vnitřních orgánů. Buňky této tkáně nejsou prokrveny a výživa probíhá pomocí difuze. Tato tkáň je důležitá zejména při sekreci některých specifických látek, jako jsou enzymy či hormony [5, 6].

V mase tvoří epitel malý podíl, proto se s ním můžeme setkat jen v některých krocích výroby, zejména tehdy, kdy je nutné je odstranit např. při paření a odštětínování prasat nebo při sdírání a odhlehování střev [5, 6].

1.1.2 Nervová tkáň

Tato tkáň je tvořena neurony (nervovými buňkami). K lidské výživě se prakticky využívá jen mozek nebo popř. nervová vlákna, která se nachází ve svalovině. Mozek a mícha se využívají spíše k farmaceutickým účelům [5, 7].

1.1.3 Pojivová tkáň

Tento druh tkáně slouží jako mechanická opora, výplň, izolace, rezervoár tuku a minerálních látek a má i exkreční funkci. Převažující složkou pojivové tkáně je mezibuněčná hmota (matrix), která se skládá z vláknité složky (fibrinální). Vlákna jsou trojího druhu: kolagenní, elastická a retikulární. Největší zastoupení mají kolagenní vlákna, která jsou pevná, bělavá až průsvitná. Elastická vlákna mají žlutavou barvu, jsou pružná a jejich základem je bílkovina elastin. Retikulární vlákna předchází vzniku kolagenních vláken a nachází se především

v embryonálních tkáních. Interfibrinální složka mění konzistenci od želatinózní na pevnou a pružnou chrupavku či tvrdou a křehkou kost. Podle konzistence rozlišujeme 3 typy pojivové tkáně: vaziva, chrupavky a kosti [5, 8].

1.1.3.1 Vazivo

Vaziva nejsou inkrustována minerálními látkami. Vazivo se dle struktury dělí na řídké, pevné a tukové [5].

Řídké vazivo tvoří kolagenní hmota a interfibrinální složka a má slizový charakter. Tvoří mezibuněčnou hmotu a v technologii má význam především při stahování kůže, kde je jeho podmínkou dostatečná pohyblivost kůže a její snadné stažení [5, 6].

Pevné vazivo obsahuje velké množství vláken, která jsou propojena neuspořádaně či uspořádaně. Neuspořádané vazivo se nachází v hlubších vrstvách škůry a tvoří vazivové obaly různých orgánů. Uspořádané vazivo tvoří snopce kolagenních vláken ve směru působení a nachází se v provázcích (vazy, šlachy) a ve vrstvách jako povázky [5, 6].

Tukové vazivo je tvořeno z kolagenních a retikulárních vláken a z buněk kulovitého tvaru, které obsahují tukové vakuoly. Z technologického hlediska se řadí tukové vazivo vedle svalu loviny mezi druhou nejvýznamnější tkáň v mase [5, 6].

1.1.3.2 Chrupavka

Jedná se o podpurnou pojivovou tkáň, která svými vlastnostmi vyhovuje nárokům na pevnost a pružnost. Chrupavka v důsledku impregnace mezibuněčné hmoty organickými látkami je tuhé konzistence. Chrupavky neslouží k výživě člověka, protože jsou špatně stravitelné a teplem se příliš nemění. Většinou se při jatečném opracování nebo bourání musí vyřezávat [5, 8].

1.1.3.3 Kost

Kostní tkáň patří po sklovině a zubovině k netvrdsí tkáni těla. Mezibuněčná hmota kosti je inkrustována anorganickými solemi, které jí dávají pevnost, tvrdost a křehkost. Na povrchu je kost kryta okosticí, která při technologickém zpracování slouží k oddělování masa od kosti, protože právě po okostici se odděluje maso od kosti. Kostní dřevina nacházející se uvnitř kosti je v podstatě retikulární vazivo, kde se tvoří červené a bílé krvinky [5, 8].

1.1.4 Svalová tkáň

Jedná se o maso v užším slova smyslu. Je to kontraktilní tkáň zvířat, která má schopnost vykonat pohyb. Mezi základní funkce patří přeměna energie z chemických vazeb na mechanickou práci. Základem jsou buňky nebo soubory buněk, které jsou uspořádány do vyšších strukturálních úrovní. Podle vzhledu, buněčné stavby a způsobu inervace svalovou tkáň rozdělujeme do tří hlavních skupin: příčně pruhovaná svalovina, srdeční svalovina a hladká svalovina [5, 6, 9, 10].

1.1.4.1 Příčně pruhovaná svalovina

Kostní svalová tkáň tvoří 50–70 % hmotnosti jatečně upravených těl masných zvířat. Tato svalovina má složitou strukturu a jednotlivé úrovně úzce souvisejí s útvary pojivové tkáně, která tvoří vazivový obal svalu a dále šlachy zajišťují úpony svalů ke kosti [1, 4].

Základní stavební jednotkou je svalové vlákno, které je soubuní válcovitého tvaru, kdy na jeho povrchu se nachází sarkolema a pod ní jsou uložena buněčná jádra. Cytoplazma svalového vlákna (sarkoplasma) obsahuje jednotlivé buněčné orgány. Mezi nejvýznamnější patří myofibrily, což jsou vlastní kontraktilní vlákna, která vyplňují téměř celý objem svalového vlákna. Svalová vlákna se spojují do snopců, které se následně spojují do sekundárních svazků [1, 10].

Myofibrily probíhají paralelně celým vláknem a v jednom vlákně jich může být až 1000, jsou složeny z filament, kdy filamenta jsou vláknité jednolomné a dvoulomné úseky, které představují aktinová a myosinová filamenta [1, 9].

1.1.4.2 Hladká svalovina

Hladká svalovina je důležitou součástí řady zvířecích tkání, protože poskytuje pružnost. Nachází se ve stěnách tepen, obložení gastrointestinálních, reprodukčních, močových a dýchacích cest, ale i lymfatického systému. Je to součást drobů, kam se řadí např. ledviny a játra, ale je to také součást střevních stěn, které se využívají jako přirozené obaly některých masných výrobků. Buňky se od sebe liší tvarem a velikostí, ale jejich základní forma vřetena je stejná. Buňky obsahují pouze jedno jádro, které se nachází ve středu. Stejně jako kosterní svalovina obsahuje proteiny aktin a myosin, které jsou základem kontrakce a pohybu, ale nejsou však uspořádány do pruhovaného vzhledu. Kontrakce jsou ovládány pomocí vegetativních nervů, které nejdou ovlivnit vůlí [4, 6].

Z technologického hlediska je tato svalovina méně vhodná pro přípravu mělněných masných výrobků, protože špatně váže vodu [4, 6].

1.1.4.3 Srdeční svalovina

Nachází se jen v podobě srdce, kde zajišťuje rytmické kontrakce o celý život zvířete. Při mikroskopickém pozorování má podobné znaky jako příčně pruhovaná svalovina. Mezi tyto znaky patří, že se nám jeví jako pruhovaná. Srdeční svalovina se liší zejména tím, že obsahuje rozvětvená vlákna a interkalované disky, které oddělují sousední buňky. Stejně jako buňky hladké svaloviny obsahují jedno centrálně uložené jádro a je ovládána vegetativním nervstvem, a tudíž nepodléhá vůli jedince [4, 5].

1.2 Chemické složení masa

Chemické složení masa je důležité pro poznání všech vlastností masa, mezi které patří nutriční, technologické a organoleptické vlastnosti. Přesné chemické složení masa je obtížné jednoznačně stanovit, protože je ovlivněno druhem masa, úpravou, řadou intravitálních a technologických procesů výroby a zpracování masa. Vepřové maso je vysoce bohaté na výživné a cenné složky, včetně proteinů, které se zde nacházejí ve vysoké míře [1, 5, 6, 11].

Pokud vezmeme v úvahu celý jatečně opracovaný kus, obsahuje mimo svalovinu také tukovou tkáň, vaziva, kosti, chrupavky a další tkáně. Jen podíl kostí ve vepřovém mase tvoří asi 12 %. Nejvíce proměnlivý je podíl tuku nacházející se v mase, kde se množství liší jak mezi jednotlivými kusy zvířat, tak i u různých částí masa. Rozdíly se týkají jak tuku intramuskulárního (vnitrosvalového), tak i depotního (zásobního). Složení jednotlivých svalových partií u vepřového masa jde vidět v Tabulka 1 [1, 5, 6].

Tabulka 1: Složení jednotlivých částí vepřového masa [5]

Druh masa	Voda [%]	Bílkoviny [%]	Tuky [%]	Minerální látky [%]
Čistá svalovina	70-75	18-22	2-3	1-1,5
Kýta	53	15,2	31	0,8
Pečeně	58	16,4	25	0,9
Plec	49	13,5	37	0,7
Bůček	34	7,1	56	0,5

1.2.1 Bílkoviny

Patří mezi přírodní polymerní sloučeniny. Jsou složeny ze základních stavebních jednotek aminokyselin. Obsahují více než 100 aminokyselin v jedné molekule, ale většinou jich je několik set až několik tisíc. Je to nejvýznamnější složka masa z nutričního a technologického hlediska. Většina bílkovin obsažených v mase patří mezi plnohodnotné bílkoviny, jelikož obsahují všechny esenciální aminokyseliny a v mase jich je velké množství. Podle rozpustnosti ve vodě a v solných roztocích se dělí na 3 skupiny [1, 11, 12].

1.2.1.1 Sarkoplazmatické bílkoviny

Jsou to bílkoviny rozpustné ve vodě nebo v slabých roztocích solí a nachází se především v sarkoplazmatu. Nacházejí se volně v buňkách svalové tkáně a tvoří asi 30-34 % celkových bílkovin. Mezi takové bílkoviny patří albuminy myogen, myoalbumin, myoglobin a hemoglobin. V technologii mají největší význam hemová barviva (hemoglobin, myoglobin aj.), protože způsobují červené zbarvení masa a krve [1, 12, 13].

1.2.1.2 Myofibrilární bílkoviny

Myofibrilární bílkoviny obsahují více než 20 bílkovin, ale pouze 6 z nich tvoří asi 90 % celkových myofibrilárních bílkovin. Jsou to aktin, myosin, titin, tropomyosin, troponin a nebulin. Klasifikovány jsou podle funkce jako kontraktilní (aktin, myosin), podpůrné (titin, nebulin aj.) nebo regulační (tropomyosin, troponin, actinin). Tyto bílkoviny jsou pracovní částí svalu a dále určují průběh posmrtných změn ve svalu a rozhodujícím způsobem ovlivňují vlastnosti masa [1, 14].

1.2.1.3 Stromatické bílkoviny

Nazývají se také jako bílkoviny pojivových tkání. Nachází se zejména ve vazivech, šlachách, kůži, kostech aj. Řadí se sem kolagen, elastin, retikulin, keratin a další významné bílkoviny. Nejvíce zastoupenou bílkovinou bývá kolagen a běžně se pomocí něj určuje celkové množství všech stromatických bílkovin [1, 15].

1.2.2 Lipidy

Látky lipidické povahy v tukové tkáni se dělí na mastné kyseliny, homolipidy, heterolipidy a přídatné látky (steroidy, karotenoidy a další látky). V mase se nacházejí v největší části jako tuky a v menší míře jsou přítomny ve formě polárních lipidů (fosfolipidy), doprovodných látek a dalších. Pro chuť a křehkost masa je důležitý zejména intramuskulární tuk, a to

zejména jeho intercelulární podíl, který je ve formě malých žilek a tvoří mramorování masa [1, 5, 12].

1.2.3 Extraktivní látky

Tato skupina látek je odvozena od možnosti extrakce. Pro extrakci se používá především voda o teplotě 80 °C. Obsah těchto látek je v masě poměrně malý. Jedná se o velmi nesourodou skupinu složek, které se podílí na typické chuti a aromatu masa. Pro chuť masa má největší význam kyselina inosinová, glykoproteiny a glutamin. U jednotlivých druhů se aroma liší v závislosti na množství rozpuštěných látek. U vepřového masa je aroma ovlivněno obsahem lipidů [1, 6].

1.2.4 Minerální látky

Minerály tvoří v masě asi 1 % hmotnosti. Pod pojmem minerální látky se obvykle přiřazují všechny látky, které zůstávají v popelu po zpopelnění masa, a tak sem patří i mineralizované prvky, jako např. síra a fosfor, které byly součástí organických látek před spálením. Minerální látky obsažené v masě jsou ve většině případů rozpustné ve vodě a nachází se ve formě iontů. Některé minerální látky jsou částečně vázány například na bílkoviny, kde je vázáno železo, vápník nebo hořčík. Maso patří mezi významný zdroj různých prvků, jako je hořčík, draslík, vápník nebo železo, které se nachází v hemových barvivech, ale i volně v iontové formě [1, 6].

1.2.5 Vitaminy

Vitaminy patří většinou mezi nízkomolekulární sloučeniny, které mají různou chemickou strukturu. Množství vitaminů v masě je různé, protože záleží na druhu zvířete, ale i na jeho krmení. Maso patří mezi významné zdroje vitaminů skupiny B. Mezi nejvýznamnější patří zejména vitamin B₁₂, který se nachází zejména v živočišných potravinách. Dalšími významnými vitaminy jsou lipofilní vitaminy A, D a E, které se nachází v tukové tkáni a játrech [1, 12].

2 TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI MASA

Všechny technologické požadavky musí vycházet z několika základních hledisek. Mezi nejvýznamnější charakteristické rysy masa patří barva, chuť, textura a vaznost masa [1, 5].

2.1 Barva

Jedná se o jeden ze základních znaků, podle kterých spotřebitel hodnotí kvalitu masa. Barva masa souvisí s obsahem hemových barviv, mezi které patří myoglobin (svalové barvivo) a hemoglobin (krevní barvivo). Barviva jsou tvořena bílkovinným řetězcem (globin) a barevnou složkou (hem). Množství hemoglobinu v masě závisí na kvalitě vykrvení masa a činí asi 10–30 %. Obsahuje-li maso více barviv má tmavší barvu. Při porovnání má maso hovězí tmavší barvu než maso vepřové a velmi světlou barvu má potom maso kuřecí nebo rybí [5, 9, 16].

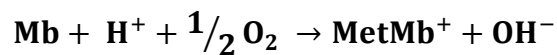
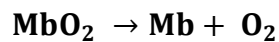
Globinový protein se skládá z přibližně 153 aminokyselin, kde se uvnitř nachází kruhová porfyrinová struktura, která v jádru obsahuje ion přechodného kovu. V případě myoglobinu a hemoglobinu se v jádře nachází ion dvojmocného železa. Toto uspořádání s centrálním atomem železa se nazývá hem [3].

Změny barvy masa souvisejí zejména s reakcemi na atomu železa. Může dojít ke vzniku donor-akceptorové vazby některých molekul na tento centrální atom bez toho, aniž by došlo ke změně valence železa, nebo naopak dochází k oxidaci na trojmocnou formu. Po navázání ligandů mohou vzniknout různé deriváty myoglobinu:

- Oxymyoglobin – na myoglobin je navázán kyslík a tato sloučenina má rumělkově červenou barvu.
- Karboxymyoglobin – došlo k navázání oxidu uhelnatého na myoglobin a vytváří třešňově červenou barvu.
- Nitroxymyoglobin – na myoglobin se váže molekula oxidu dusného za vzniku růžovočervené barvy [5, 17].

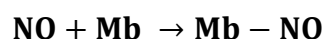
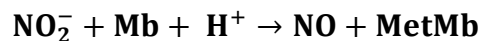
Při běžné koncentraci kyslíku ve vzduchu železo naváže molekulární kyslík, kdy vzniká rumělkově červený oxymyoglobin. Při snížení parciálního tlaku atom železa oxiduje z dvojmocné na trojmocnou formu a myoglobin se změní na hnědý až šedohnědý metmyoglobin. Zajímavostí z tohoto hlediska je vakuové balení, kdy se sníží parciální tlak kyslíku a oxymyoglobin, který je na povrchu podléhá disociaci na kyslík a myoglobin a následně dojde

k oxidaci. Pomocí níže uvedené rovnice jde vidět přeměna myoglobinu na metmyoglobin [9, 18].



Rozpad hemových barviv nastává při působení vzduchu, peroxidu vodíku nebo činností enzymů nebo mikroorganismů. Při pokračování oxidace metmyoglobinu vznikají zelená barviva choleglobin, verdoglobin a verdohem. Tyto barviva vznikají i u mas obsahující laktobacily, jelikož produkují peroxid vodíku, který se hromadí a rozkládá hemová barviva [9, 17].

Důležitou reakcí hemových barviv je vytváření nitroxyhemochromu, který má růžovou barvu. Využívá se toho u salámů a jiných masných výrobků, kdy vzniká po přidavku dusitanů složitým komplexem reakcí. Nejprve se vytvoří oxid dusný redukcí dusitanu, a to i se samotným myoglobinem. Vzniklý oxid dusný se naváže na centrální železo za vzniku nitromyoglobinu. Po tepelné úpravě ztrácí peptidový řetězec a na uvolněné místo se naváže další molekula oxidu dusného a tím vzniká nitroxyhemochrom. Metmyoglobin, který byl v prvním kroku reakce, je převeden redukčními systémy v mase zpět na myoglobin. Na níže zobrazené rovnici je znázorněna přeměna myoglobinu na nitroxymyoglobin [18].



Během tepelného opracování bez přítomnosti dusitanů dochází k denaturaci globinu a poté z pravidla následuje oxidace železa v hemové skupině. V tomto důsledku dochází ke změně barvy na hnědou nebo šedohnědou. Této oxidaci nezabrání ani redukční podmínky, které se vytvářejí v mase při tepelné denaturaci, při níž se uvolní SH-skupiny, ani přidavek redukčních látek [9, 17].

Světlost masa ovlivňuje zejména pH. Čím více se pH blíží k isoelektrickému bodu, tím se snižuje rozpustnost bílkovin a maso je světlejší. Tento jev můžeme pozorovat u masa s PSE [17].

2.1.1 Změna barvy při tepelném opracování

Tepelné opracování má viditelný vliv na barvu masa. Syrové maso má výrazně tmavší barvu než maso po tepelném opracování, jelikož během procesu dochází k denaturaci myoglobinu,

což má za následek matně hnědý vzhled uvnitř produktu. Barva povrchu je závislá zejména na stupni, který byl na něm dosažen. Jelikož spotřebitelé spojují změnu barvy masa z červené na hnědou v závislosti na teplotě opracování, používají vařenou barvu masných výrobků jako indikátor dostatečného tepelného opracování. Bohužel vizuální popisy barev nejsou příliš přesné, jelikož kromě barevného úsudku pozorovatele je barva závislá i na typu a intenzitě osvětlení [19, 20].

Tmavě hnědá barva, která se u uvařeného masa vyskytuje je způsobena tepelně indukovanou denaturací myoglobinu, který je odpovědný za červenou barvu čerstvého masa. Během denaturace myoglobinu dochází k rozvinutí globinového řetězce, a tak se u hemové skupiny zvyšuje náchylnost k oxidaci. Na konečnou barvu má vliv řada faktorů, které ovlivňují maso již v čerstvém stavu. Mezi hlavní faktory, které ovlivňují tepelnou stabilitu myoglobinu jsou pH, redoxní stav myoglobinu, primární struktura myoglobinu nebo přítomnost antioxidantů [20, 21].

2.1.1.1 pH masa

Pro vepřové, hovězí nebo jehněčí maso se typicky postmortální pH pohybuje mezi kolem 5,5 a 5,8, zatímco pH živého svalu je 7,2. Při přeměně svalu na maso se glykogen přeměňuje na kyselinu mléčnou, která se ve svalu hromadí, a to se projevuje poklesem pH. Rychlost a rozsah poklesu pH výrazně ovlivňuje funkčnost a stabilitu myoglobinu. Bylo potvrzeno, že myoglobin je stabilnější při pH 7,4 než při pH 5,6. Pokud má maso nižší pH snadněji dochází k denaturaci myoglobinu, zatímco vyšší pH masa chrání myoglobin před indukovanou denaturací a zvyšuje tím vnitřní zarudnutí vařeného masa [20, 21].

2.1.1.2 Redoxní stav myoglobinu

Tepelná stabilita je ovlivněna mimo jiné také redoxním stavem proteinu. Redoxní stav záleží konkrétně na deoxymyoglobinu, oxymyoglobinu a metmyoglobinu. Kdy stabilnější je redukovaný deoxymyoglobin než jeho oxidované (metmyoglobin) nebo okysličené (oxymyoglobin) formy. Bylo zjištěno, že nejnižší odolnost vůči teplu má metmyoglobin, zatímco nejvyšší odolnost vůči denaturaci způsobené teplem má deoxymyoglobin [20, 21].

2.1.1.3 Primární struktura myoglobinu

Primární struktura ovlivňuje její terciální strukturu, která má vliv na interakci proteinu s ligandy a makromolekuly, a to se projevuje na barvě čerstvého masa. Primární struktura tedy

reguluje odolnost proti denaturaci vyvolané teplem a ovlivňuje tak i konečnou barvu vařeného masa [20, 21].

2.1.1.4 Přítomnost antioxidantů a prooxidantů

Pomocí mnoha studií bylo prokázáno, že antioxidanty podporují tvorbu redukovaných třesňově červených (oxymyoglobin) nebo purpurově červených (deoxymyoglobin) pigmentů v čerstvém masa. Například začlenění antioxidantů zlepšujících stravování, jako je erythorbát, laktát nebo sukcinát zvětšili převahu redukovaných železných forem, což se v zásadě projevuje zvýšenou tepelnou stabilitou při vaření masa. Naopak prooxidační prvky, mezi které patří oxidace lipidů a nízký parciální tlak kyslíku v důsledku stohování masa, podporují tvorbu oxidovaných železných forem, a to se projevuje nižší tepelnou stabilitou myoglobinu [20, 21].

2.2 Vaznost masa

Je to schopnost masa vázat vodu v něm obsaženou a při dalším zpracování ještě navázat další vodu a udržet ji ve výrobku i během tepelného zpracování. Hydratace masa je nejhorší v situacích, kdy se pH blíží k izoelektrickému bodu bílkovin. Izoelektrický bod se pohybuje kolem hodnoty pH 5,2. Tato hodnota nastává ve stádiu *Rigor mortis* (posmrtné ztuhnutí) [1, 17, 22].

2.2.1 Faktory ovlivňující vaznost masa

Vaznost masa mohou ovlivnit různé faktory, které na maso působí. Mezi vlivy působící na tuto vlastnost se řadí:

- Podíl svalové tkáně zejména podíl plazmatických bílkovin, které ovlivňují vaznost pozitivně a podíl kolagenních bílkovin, které ji ovlivňují negativně.
- Stadium postmortálních změn, kdy nejvyšší vaznost má vepřové maso, které je ještě teplé nejlépe do 2 hodin po porážce a potom maso optimálně vyzrálé, zatímco nejhorší vaznost se nachází u masa, které je ve stádiu posmrtného ztuhnutí.
- Stupeň rozmělnění, kdy vyšší stupeň dezintegrace zvyšuje vaznost v důsledku lepšího uvolnění plazmatických bílkovin.
- Teplota masa, kdy při nižší teplotě se podporuje vaznost. Při zpracování je tedy důležité mělnit maso, které je vychlazené a tuto nízkou teplotu je potřeba udržovat i

během zpracovávání. Nízká teplota bývá udržování např. přidavkem šupinkového ledu nebo ledové tříště.

- Přídavek cizích bílkovin, jako je mléčná, vaječná, pšeničná a jiné bílkoviny, zvyšuje vaznost.
- Obsah solí a polyfosfátů také zvyšuje vaznost, jelikož dochází ke zvýšení rozpustnosti myofibrilárních bílkovin [1, 17, 22, 23].

2.2.2 Změny vaznosti během tepelných úprav

Konečná vnitřní teplota má zásadní vliv na reologické a technologické vlastnosti masa, a to i na vaznost vody. Během vaření je ztráta vody velmi významná, jelikož dochází ke snížení kapacity zadržování vody. Většina vody se nachází mezi svalovými vlákny a ve svalech tudíž během tepelného opracování dochází k uvolňování vody prostředí v důsledku denaturace myofibrilárních bílkovin, zejména aktomyosinového komplexu, a v důsledku toho dojde ke smršťování svalového vlákna [19, 24].

Strukturální uspořádání svalových bílkovin je rozhodující pro distribuci vody v mase. Zvýšená retence vody má za následek snížení ztrát při vaření bez použití takových přísad, jako je škrob nebo fosfáty, čímž se získá vyšší výtěžek konečného produktu. Kapacita zadržování vody úzce souvisí s dalšími atributy, jako je struktura masa, barva, či ztráta masové šťávy. Na druhé straně může nízká kapacita zadržování vody způsobit velké ztráty vody z masa a masných výrobků v důsledku exsudace a odpařování, což vede k úbytku hmotnosti a snížení kvality produktu. Důkladné porozumění schopnosti zadržovat vodu je důležité, protože ovlivňuje kvalitu, bezpečnost a ziskovost [25].

Při zpracování masa je důležité znehybnit co nejvíce vody, čímž se zvýší zadržovací kapacita vody. Při zpracování masa se snadno ztrácí volná voda. Může se však zachytit v masných strukturách, jako jsou buněčné membrány a kapiláry, které souvisejí s prostorem mezi myofibrily. Jakýkoli druh zpracování, který poškodí tuto strukturu, povede ke zvýšené ztrátě vody [25].

Ačkoli odpovídající zpracování umožňuje změnu volné formy vody na imobilizovanou, což zahrnuje snížení denaturace proteinů, zvýšení pH masa, zvýšení délky sarkomeru, minimalizaci poškození svalové struktury, udržování nízkých skladovacích teplot. Tlak výrazně ovlivňuje funkční vlastnosti myofibrilárních proteinů, jako jsou rozpustnost a jejich schopnost vázat vodu a gelovatět. Tyto vlastnosti se vztahují k schopnosti masa zadržovat vodu.

Zvýšením teploty masa z 23 °C na 80 °C za normálního tlaku se snižuje rozpustnost myofibrilárních bílkovin a zvyšuje se rozpustnost kolagenu [24, 25, 26].

2.3 Textura masa

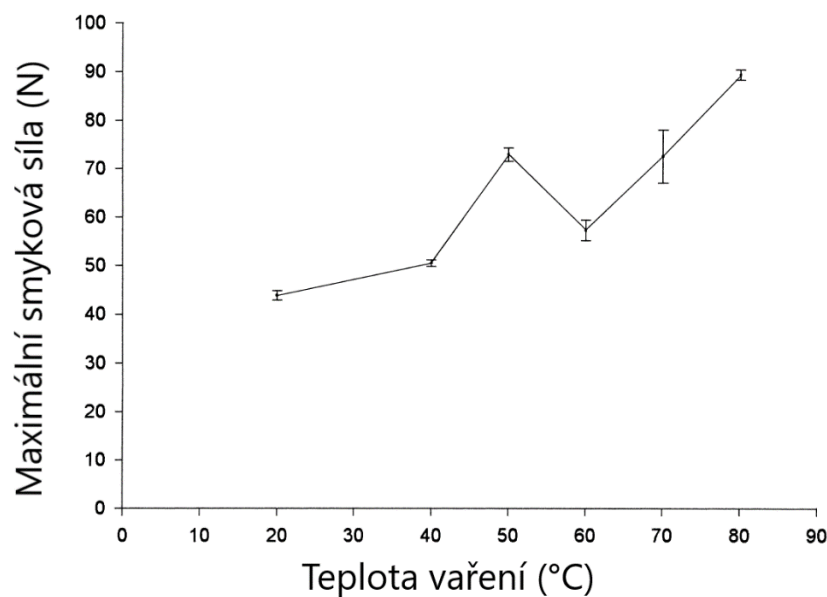
Jedná se o významný znak kvality masa a v některých případech je důležitější i než aroma a barva. Textura se nejčastěji označuje jako tvrdost, soudržnost a šťavnatost. Všeobecně je textura chápána jako mechanické, povrchové a geometrické vlastnosti výrobku, které mohou být vnímány pomocí mechanických, dotykových nebo případně zrakových a sluchových receptorů [22].

- Mechanické vlastnosti se vztahují k reakci výrobku na namáhání a dělí se do pěti skupin, a to na tvrdost, soudržnost, viskozitu, přilnavost a pružnost.
- Povrchové vlastnosti souvisí s požitky, které jsou vyvolávány vlhkostí nebo obsahem tuku obsaženým ve výrobku. Tyto vlastnosti se také vztahují na způsob, jakým se tyto složky uvolňují v ústech.
- Geometrické vlastnosti se vztahují zejména k rozměru, tvaru a uspořádáním částic výrobku.

Tyto vlastnosti mají význam i pro další skupinu fyzikálních vlastností, mezi které patří reologické vlastnosti, které se uplatňují v různých fázích zpracování masa (mělnění, míchání, plnění) [22].

2.3.1 Změna textury při tepelných úpravách masa

Měkkost je vysoce variabilní atribut masa, který je ovlivňován řadou faktorů. Patří sem anatomicko-histologická struktura jednotlivých svalů vyjádřená vzájemnými proporcemi různými typů svalů a tvorbou perimysia (obal obklopující pojivové tkáň). Kromě struktury samotného svalu, měkkost čerstvého masa je také ovlivněna postmortálními procesy během „stárnutí“ masa. Konečná tuhost vařeného masa je ovlivněna samozřejmě také metodou tepelného opracování masa, tj. použitím určitého druhu spotřebiče a intenzitou vaření (teplota a délka působení). Na Obrázku 1 je znázorněna změna textury během zvyšující se teploty vaření u hovězího masa. Textura může být hodnocena smyslovými nebo instrumentálními metodikami, mezi které patří i test smykové síly Warner-Bratzler [27, 28].



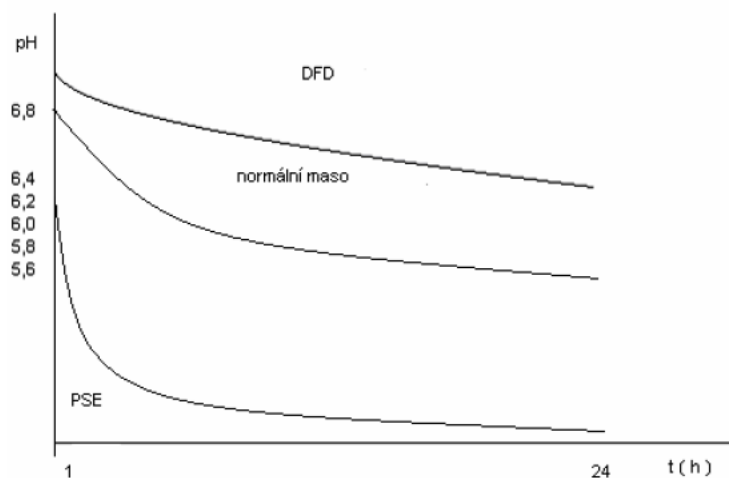
Obrázek 1: Změny tuhosti hovězího masa související s teplotou vaření pomocí maximální smykové síly [29]

Během tepelného opracování dochází ke změnám tuhosti masa. Při zvyšování teploty ve dvou fázích dochází ke zvyšování tuhosti masa. První nárůst byl pozorován mezi 40 a 50 °C, který by se dal vysvětlit denaturací myofibrilárních proteinů, zejména myosinu. Druhé zvýšení tuhosti nastává při teplotách nad 60 °C, což se připisuje denaturaci intramuskulárního kolagenu, která nastává mezi 65 a 70 °C. Dalším faktorem, o kterém se předpokládá, že ovlivňuje tuhost masa, ale jehož účinek stále není úplně jasný, je průměr svalového vlákna, a tedy velikost a typ vlákna. Průměr vlákna ukazuje, že by mohl zvyšovat nebo snižovat tuhost masa [29, 30, 31].

První změny konformace proteinů nastávají kolem 35 °C, kdy proteiny sarkoplazmy částečně asociují. Viditelné změny, ale nastávají při 45 °C, kdy začíná denaturovat myosin a zkracují se svaly. Při 50-55 °C dochází k denaturaci aktinomyosinu, mezi teplotami 55 a 65 °C denaturují proteiny sarkoplazmy. Koagulace proteinů je při teplotě 60-65 °C maximální. Při teplotách nad 80 °C jsou koagulovány sarkoplazmatické a myofibrilární proteiny a při teplotách nad 90 °C želatinuje kolagen [32].

3 VADY U VEPŘOVÉHO MASA

Intravitální faktory ovlivňují kvalitu masa. Mezi intravitální faktory patří věk, plemenná příslušnost, pohlaví, způsob chovu, výživa, roční období, zacházení se zvířetem, stres nebo technologie zpracování. Po usmrcení zvířete dochází k fyziologickým postmortálním změnám. Při abnormálním průběhu postmortálních změn se mohou vyskytnout odchylky v jakosti masa. Tyto odchylky dále označujeme jako vady masa a rozdělujeme je dle jejich projevu. Vady rozlišujeme podle hodnot pH, které nastávají po usmrcení zvířat, jak je znázorněna na Obrázku 2 [1, 33].



Obrázek 2: Průběh hodnoty pH, normálního, PSE a DFD masa [6]

3.1 Vada PSE

U vepřového masa se vyskytuje v největším rozsahu. Podle počátečních písmen bývá z angličtiny označována jako vada pale – bledého, soft – měkkého a exudative – vodnatého masa. Jelikož se jedná o vadu, která je průvodním jevem intenzivního šlechtění na vysokou zmasilost je snaha tuto vadu eliminovat nebo ji zmírnit pomocí genetiky nebo opatřením v oblasti předporážkové manipulace se zvířaty [1, 34].

3.1.1 Detekce vady PSE

Tuto vadu detekujeme na základě stanovení hodnoty pH, barvy a ztráty odkapem. U zdravých zvířat je pH ve svalovině 7,4 a za standartních podmínek nastává pokles pH během 6-8 hodin po poražení na 5,6-5,7. U zvířat, které jsou citlivé na stres pokles na tuto hodnotu

pH nastane již během 45 minut. Pomocí samovolného odkapávání je ztráta vody vyšší než 5 % u původní hmotnosti vzorku masa [1, 33, 35].

Pomocí senzoričky lze také identifikovat maso s touto vadou, jelikož se projevuje velmi bledou barvou s šedo zeleným odstínem, konzistence je měkká, někdy až ztratí vláknitou strukturu a uvolňuje se větší množství masové šťávy pod tlakem ruky [1, 33].

Maso s touto vadou není vhodné pro výsekový prodej, porcování nebo balení k samoobslužnému prodeji. Dále se nehodí pro výrobu dušené šunky nebo pro výrobu výrobků celistvějšího charakteru, mezi které patří např. cikánská a debrecínská pečeně nebo šunkový salám. Maso můžeme využít při výrobě měkkých salámů a drobných masných výrobků, ale vždy se musí použít s optimálním množstvím normálního masa nebo v kombinaci s DFD hovějším masem [1].

3.1.2 Tepelné opracování PSE vepřového masa

Výskyt masa s vadou PSE je hlavním faktorem ekonomického rizika pro čerstvé a zpracovávané vepřové maso. Je spojena s nižšími výtěžky při zpracování, zvýšenými ztrátami při vaření a sníženou šťavnatostí. Maso s touto detekovanou vadou se příliš nehodí do zpracovatelských závodů. Tato vada zasahuje zejména cenné partie jako je kýta nebo pečeně a ty poté jde jen velmi obtížně zpracovat, protože po tepelném opracování jsou suché a tuhé. O využití masa s touto vadou lze uvažovat u fermentovaných masných výrobků, kde špatná vaznost a nízké pH jsou žádoucí při sušení a zajištění údržnosti [34, 36].

Ve studii, která byla publikována autory Warner a kol. [37], byly zjištěny tyto informace. Denaturace myosinu byla navržena jako příčina vysoké ztráty kapek u vepřového masa PSE. Denaturace myosinu má za následek smrštění myosinové hlavy a těsné a silné vlákno přitahuje k sobě. Toto smrštění, kromě smrštění myofilamentů kvůli nízkému konečnému pH v PSE vepřovém, má za následek vytlačení většího množství tekutin mezi vlákny a svazky vláken. Ztráta během vaření, kterou uvedli v experimentu se pohybovala kolem $29,8 \pm 0,9$ %.

3.2 Vada DFD

Tato vada se u vepřového masa vyskytuje v nižším rozsahu. DFD maso se neprojevuje tmavou barvou a zvýšenou vazností, ale prokazuje se zejména špatnou údržností a náchylností k rychlému kažení. Příčinou vzniku této vady je nadměrná fyzická námaha prasat před porážením. Při fyzické zátěži se spotřebovává svalový glykogen a vzniká kyselina mléčná, která je ještě před porážkou odváděna krví ze svalu. Po porážce zvířete v tomto stavu se

nemůže svalovina obvyklým způsobem okyselit, jelikož chybí glykogen jakožto zdroj pro tvorbu kyseliny. Vzniká tedy vhodné prostředí pro rozvoj mikroorganismů a pro tvorbu jejich proteolytických enzymů a tím se maso stává neúdržným. Této vadě se dá snadno a účinně předcházet a zabránit vzniku této vady [1, 34].

U vepřového masa není sensorický projev příliš markantní, a tak hlavním kritériem je hodnota pH, která je po 24 hodinách po porážce 6,20 a vyšší. Tato hodnota charakterizuje snadnost nebo i náchylnost k rychlému mikrobiálnímu kažení masa DFD, a proto je nevhodné pro výsekový prodej, porcování nebo balení masa. Takové maso je vhodné pro použití do výroby měkkých salámů nebo drobných masných výrobků [35].

3.2.1 Tepelné opracování masa DFD

Maso, které má detekovanou vadu DFD, velmi dobře váže vodu a ztráta odkapem je velmi malá, jelikož je pH masa je vzdálené od isoelektrického bodu proteinů. Při vysokých hodnotách pH nenesí skupiny NH_2 proteinů žádné pozitivní zatížení, což má za následek sníženou přitažlivost mezi molekulami proteinu a tím více místa pro vodu. Během tepelného opracování vzniká velmi malá ztráta vaření než u masa s normálním průběhem postmortálních změn, ale maso je po tepelném opracování velmi tuhé [38, 39, 40].

Během experimentu, který byl zpracován autory Warner a kol. [37], byla u hovězího masa s detekovanou vadou DFD zjištěna ztráta vařením, která se pohybovala kolem $16,1 \pm 0,9$ %. Na rozdíl od masa PSE byla tato ztráta asi poloviční, protože u masa s detekovanou vadou PSE dosahovala 30 %.

4 HMOTNOSTNÍ ZTRÁTY PŘI GASTRONOMICKÝCH ÚPRAVÁCH VEPŘOVÉHO MASA

Technologické úpravy, zejména tepelné ošetření, se využívá při přípravě masa již tisíce let, jelikož se tím zlepšuje jeho stravitelnost, modifikují se sensorické vlastnosti a tím se stává chutnějším a v neposlední řadě je maso mikrobiologicky bezpečnější. Mezi nejdůležitější ukazatele kvality opracovaného masa patří reologické vlastnosti, zejména jeho měkkost, která je ve značné míře ovlivněna tepelným opracováním masa [19, 41, 42, 43].

Tepelné úpravy masa jsou jednou z uznávaných a účinných metod úpravy masa. Tyto úpravy můžeme definovat, jako ohřev masa na dostatečně vysokou teplotu k denaturaci proteinů. V průběhu zahřívání dochází k denaturaci proteinů obsažených v mase a tím se maso stává tvrdším. Tepelný záhřev má též vliv na barvu masa, jelikož se denaturací hemoglobinu mění barva z červené na nahnědlou [19].

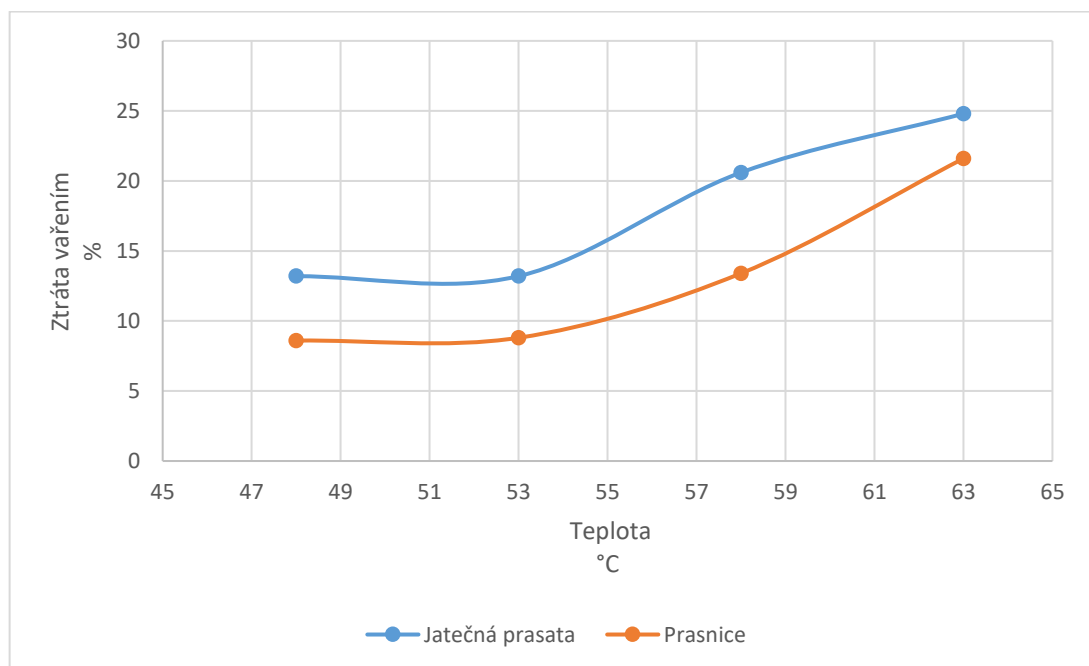
Syrové maso obsahuje kolem 75 % vody dle chemického složení a většina této vody je držena kapilárními silami uvnitř myofibrilární struktury. Při zahřívání se svalová vlákna postupně smršťují, jelikož dochází k denaturaci proteinů a mezi vlákny se vytvoří mezery, kterými je nakonec voda vyloučena ze svalu jako ztráta vařením. Jde zejména o kombinaci látek rozpuštěných ve vodě, které se z masa vyloučí během vaření [44, 45, 46].

Velký vliv na ztrátu vody má zejména teplota ve středu při tepelném opracování, ale dále je důležitý postup a druh tepelné úpravy. Existuje mnoho způsobů tepelné úpravy masa, jako je např. vaření, pečení nebo grilování. Přenos tepla může probíhat několika způsoby dle tepelné úpravy. Tepelná energie může být přenášena vzduchem např. při pečení v tradiční troubě, popř. konvekční troubě. Dále se může tepelná energie předávat pomocí vody, kam se řadí gastronomická metoda Sous-vide ve vodní lázni. Je možná přenášet teplo i pomocí přímého kontaktu např. při grilování na kontaktním grilovacím zařízení [19, 46].

4.1 Vaření masa ve vodní lázni

Jedná se o mokré způsob tepelného opracování masa, kdy je maso ponořeno do vodní lázně, ze které se přenáší teplo do masa. Vařit maso lze jak za atmosférického tlaku, za přetlaku i za podtlaku. Mezi výhody vaření patří, že voda má vysokou tepelnou kapacitu, a tedy poměrně snadné udržování její teploty. Mezi nevýhody patří poměrně velká spotřeba a vyluhování extraktivních látek do vodní lázně. Přes výhody a nevýhody patří mezi základní kulinární operace, které se využívají i průmyslově [11, 47, 48].

Během studie, kterou napsali autoři Christensen a kol. [49], využili maso z vepřové pečeně (*Musculus longissimus dorsi*) od 12 jatečných prasat a 12 prasnic. Jatečná váha prasat se pohybovala kolem 79 ± 2 kg a u prasnic 172 ± 40 kg. Získané svaly byly vakuově zabaleny a skladovány po dobu 4 dní při teplotě 4 °C. Po skladování byly svaly nařezány na kousky o velikosti $5 \times 12 \times 11$ cm (výška x délka x šířka). Jednotlivé kusy byly ponořeny do vodní lázně při teplotě 48, 53, 58 a 63 °C. Byly zde ponechány po dobu, dokud se teplota ve středu vzorku nerovnal teplotě vodní lázně. Na Obrázku 3 je poté zaznačeno, jak se měnila ztráta vody při různém stupni vaření.

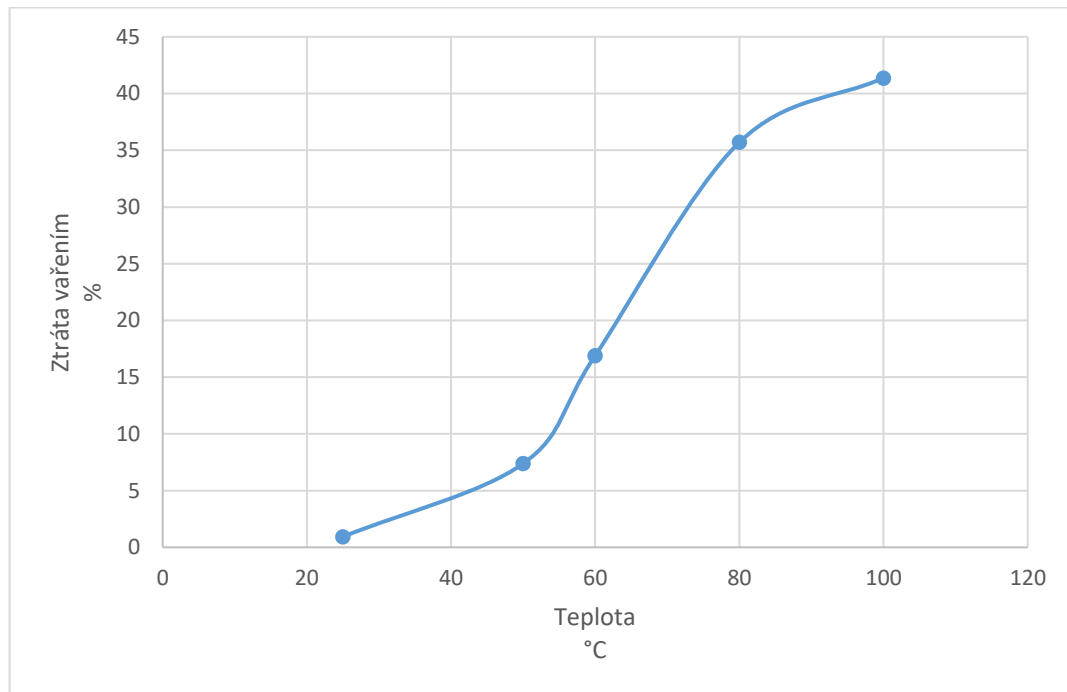


Obrázek 3: Ztráta vařením závislá na teplotě u jatečných prasat a prasnic [49]

U jatečných prasat byla zjištěna ztráta vařením, kdy se při teplotě 48 a 53 °C ztráta neměnila a byla při obou teplotách stejná a to 13,2 %, ale u teploty 58 °C se již zvýšila na hodnotu 20,6 % a při rostoucí teplotě se zvyšovala i ztráta, a tak při 63 °C již byla 24,8 %. U prasnic byly ztráty o něco nižší, ale zvyšování ztrát také nastalo až při teplotě 58 °C. Ztráty při teplotě 48 °C byly 8,6 % a u teploty 53 °C byly podobné, kdy se rovnaly 8,8 %. Při teplotě 58 °C se již ztráty pohybovaly kolem 13,4 % a u teploty 63 °C již dosahovaly 21,6 % [49].

Při studii, která byla provedena autory Huang a kol. [50], byla použita vepřová pečeně (*Musculus longissimus dorsi*) z tamního zpracovatelského podniku. Maso bylo oříznuto od viditelného tuku a pojivové tkáně a následně naporcováno na $70 \text{ mm} \times 45 \text{ mm} \times 25 \text{ mm}$ (délka x šířka x tloušťka). Po přesném zvážení byly vloženy do neuzavřených vakuových sáčků a zahřívány na jednu z určených vnitřních teplot (25, 50, 60, 80 nebo 100 °C). Po

dosažení stanovené teploty byly vzorky ve vodní lázni ponechány ještě 5 minut. Takto připravené vzorky byly následně testovány. Výsledky této studie jsou zaznamenány na Obrázku 4.



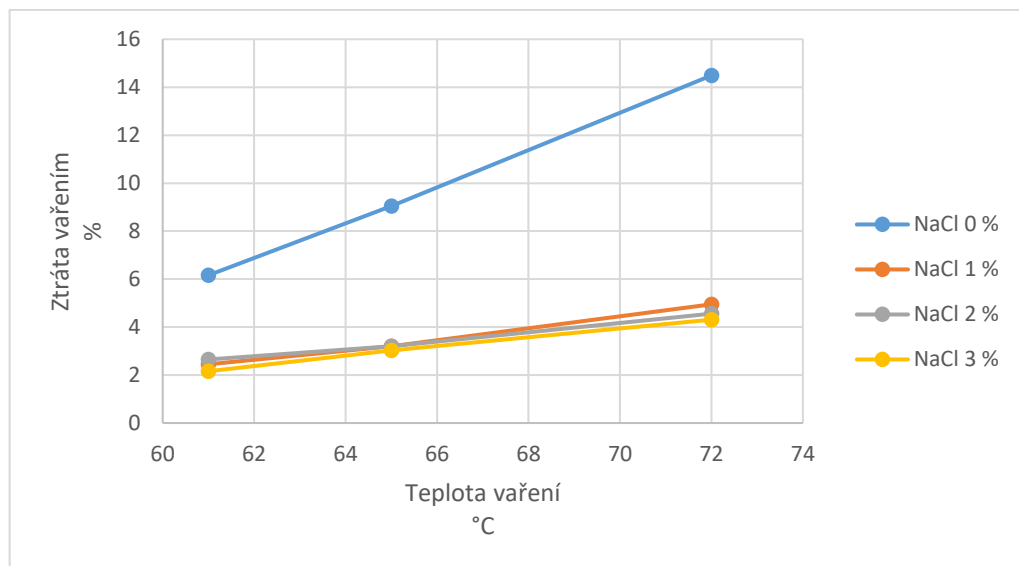
Obrázek 4: Ztráta vařením u vepřové pečeně (*Musculus longissimus dorsi*) při různé teplotě [50]

Během této studie bylo zjištěno, že se stoupající vnitřní teplotou stoupá i ztráta vařením. Při vnitřní teplotě 25 °C byla ztráta minimální kolem $0,93 \pm 0,31$ %. Při vnitřní teplotě 50 °C byla ztráta $7,38 \pm 1,55$ %, u teploty 60 °C se již pohybovala kolem $16,90 \pm 1,93$ %, při dosažení teploty 80 °C stoupla hodnota na $35,70 \pm 1,34$ % a při vnitřní teplotě 100 °C došlo ke zvýšení až na $41,37 \pm 0,31$ % [50].

K dalším výsledkům v této problematice přispěla studie autorů Kim a kol. [51], kdy byla použita vepřová panenka, která byla opracována na konečnou teplotu 72 °C ve středu vzorku. Po tepelném opracování byla změřena ztráta vařením, která se pohybovala kolem $51,07 \pm 1,92$ %.

Při experimentu, který publikovali autoři Tian a kol. [52], bylo použito maso z kýty (*Femoral biceps, Musculus semitendinosus*), z prasat, jejichž porážková hmotnost se pohybovala kolem 100 ± 10 kg a věk byl 6 měsíců. Maso bylo uchováváno při 4 °C po dobu 24 hodin. Z masa byl ořezán viditelný tuk a vzorky byly na masovém mlýnku rozemlety na jemné

dílo. Přibližně 170 ± 5 g vepřového bylo dáno do sklenice a vařeno ve vodní lázni temperované na $80 \text{ }^\circ\text{C}$. Vzorky s různými koncentracemi NaCl (0%, 1,0%, 2,0% a 3,0%) byly vařeny, dokud teplota jádra nedosáhla 61, 65, respektive $72 \text{ }^\circ\text{C}$. Po vaření byly vzorky ochlazeny na $4 \text{ }^\circ\text{C}$ v lázni s ledovou vodou. Na Obrázku 5 je znázorněna závislost ztrát vařením na teplotě.



Obrázek 5: Ztráta vařením závislá na vnitřní teplotě a množství přidané NaCl

[52]

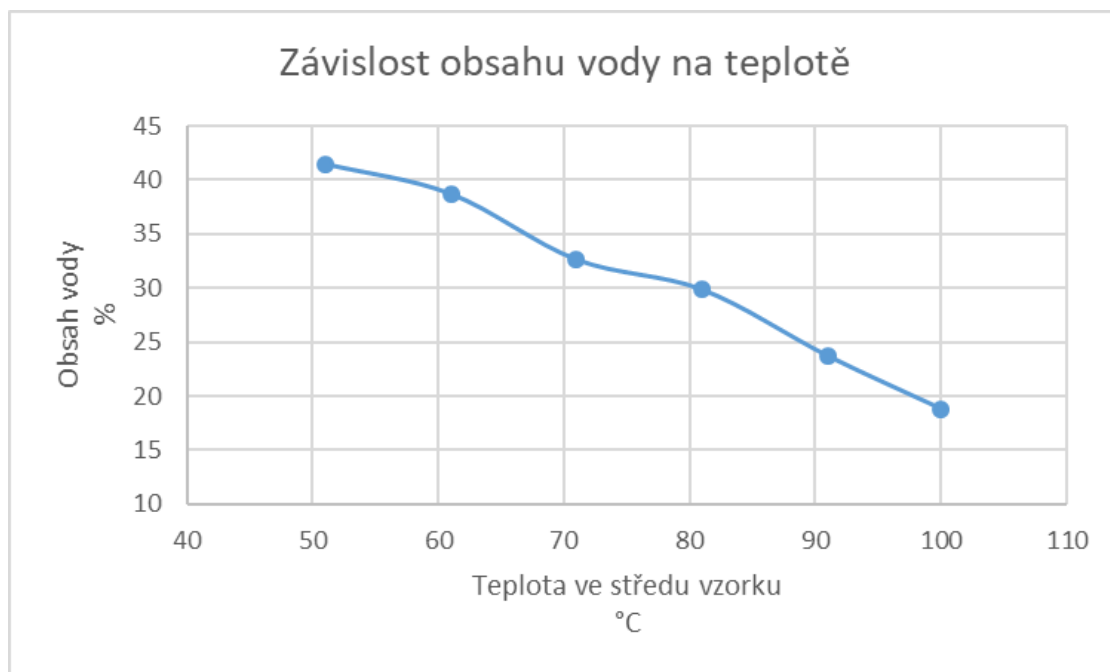
Při opracování masa ve vodní lázni bez přídavku soli byla při teplotě $61 \text{ }^\circ\text{C}$ ve středu výrobku zjištěna ztráta $9,65 \pm 0,83 \%$, při teplotě $65 \text{ }^\circ\text{C}$ tato ztráta vzrostla na $13,15 \pm 1,09 \%$ a u teploty $72 \text{ }^\circ\text{C}$ byla ztráta již $15,48 \pm 1,17 \%$. Po přídavku 1 % soli do masové směsi byla $5,78 \pm 0,94 \%$, u vzorku, kde teplota dosáhla teploty $65 \text{ }^\circ\text{C}$ byla ztráta $8,97 \%$ a při teplotě $72 \text{ }^\circ\text{C}$ se ztráta vařením pohybovala kolem $11,54 \pm 1,42 \%$. U vzorků s 2 % NaCl při teplotě $61 \text{ }^\circ\text{C}$ byla naměřena ztráta $4,81 \pm 1,14 \%$, při teplotě $65 \text{ }^\circ\text{C}$ byla $7,87 \pm 0,46 \%$ a u vzorků, které dosáhly teploty ve středu $72 \text{ }^\circ\text{C}$ byla zjištěna ztráta $9,42 \pm 0,46 \%$. Při přidání 3 % kuchyňské soli do masové směsi byly ztráty nejnižší. Při teplotě $61 \text{ }^\circ\text{C}$ byla ztráta vařením pouze $3,56 \pm 0,87 \%$, při teplotě $65 \text{ }^\circ\text{C}$ byla ztráta kolem $5,76 \pm 0,33 \%$ a při dosažení teploty $72 \text{ }^\circ\text{C}$ se ztráty pohybovaly kolem $6,78 \pm 0,27 \%$ [52].

4.2 Pečení masa

Pečení masa je pokládáno za suché tepelné opracování masa v troubě. Teplo je přenášeno pomocí vzduchu a maso se ohřívá ze všech stran. Pečení je považováno za běžný kulinární způsob úpravy, který se průmyslově využívá při výrobě pečených masných výrobků. Teplota

je vyšší než 100 °C a ve vnějších vrstvách masa dochází velmi rychle k denaturaci bílkovin a v jádře se postupně dosahuje požadované teploty. Ztráty pomocí pečení jsou způsobené především odparem vody a v malé míře vypečením tuku [11, 46, 48].

Tato metoda tepelného opracování byla použita ve studii autorů Vujedinović a kol. [11], kteří použili maso z pečeně (*Musculus longissimus dorsi*) z prasat, jejichž váha se pohybovala okolo 130–140 kg a věk prasat byl necelý rok. Vzorky, které byly touto metodou testovány byly nakrájeny na plátky o velikosti 1,5 – 2 cm a ve spodní části byly obaleny hliníkovou fólií, aby bylo dosaženo nastavené teploty ve středu vzorku. Teplota v peci se pohybovala během měření kolem 163 ± 2 °C. Poté byly měřeny hodnoty během tepelného opracování, kdy teplota ve středu byla 51 °C–100 °C. Bylo zjištěno, že průměrný obsah vody v čerstvém masu se pohyboval kolem $60,23 \pm 1,59$ % a při postupném zahřívání se množství vody začalo postupně snižovat, kdy při 51 °C byl obsah vody $41,48 \pm 1,22$ % a u masa ošetřeného ve středu 100 °C bylo množství vody $18,18 \pm 0,83$ %. Postupné snižování vody ve zkoumaných vzorcích je znázorněno na Obrázku 6.

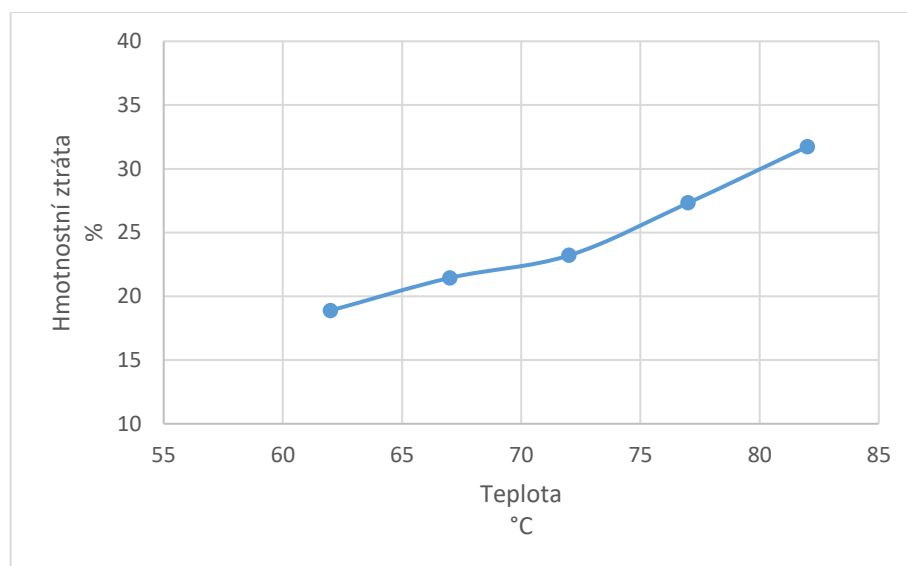


Obrázek 6: Průměrný obsah vody během pečení vepřové pečeně (*Musculus longissimus dorsi*) [11]

Ze studie bylo zjištěno, že při pečení na konečnou teplotu 51 °C ve středu vzorku se ztráta vody pohybovala kolem 18,75 %, při teplotě 61 °C se zvýšila na 21,52 %, při teplotě 71 °C bylo vidět zvýšení na 27,61 %, u teploty 81 °C se pohybovala kolem 30,39 %, při pečení na

teplotu na 91 °C ve středu vzorku byla ztráta 36,54 % a u nejvyšší sledované teploty 100 °C ve středu vzorku se ztráta vody pohybovala kolem 41,42 % [11].

Mezi další autory, kteří se věnovali této problematice byli Pöldvere a kol. [19], kdy během jejich studie byla použita vepřová kotleta (*Musculus longissimus thoracis*) z prasat, které byly poraženy asi v 6 měsících věku a jejich porážková hmotnost se pohybovala kolem 100 kg. Z masa byly připraveny plátky o šířce kolem 30 mm a bylo u nich provedeno tepelné opracování v troubě, kdy teplota uvnitř trouby byla 120 °C. Ve středu vzorku byla měřena teplota a vyhodnocení ztrát bylo provedeno, když teplota dosáhla 62, 67, 72, 77 a 82 °C. Na Obrázku 7 jsou znázorněny hmotnostní ztráty, které se ze zvyšující se teplotou ve středu také postupně zvyšují.



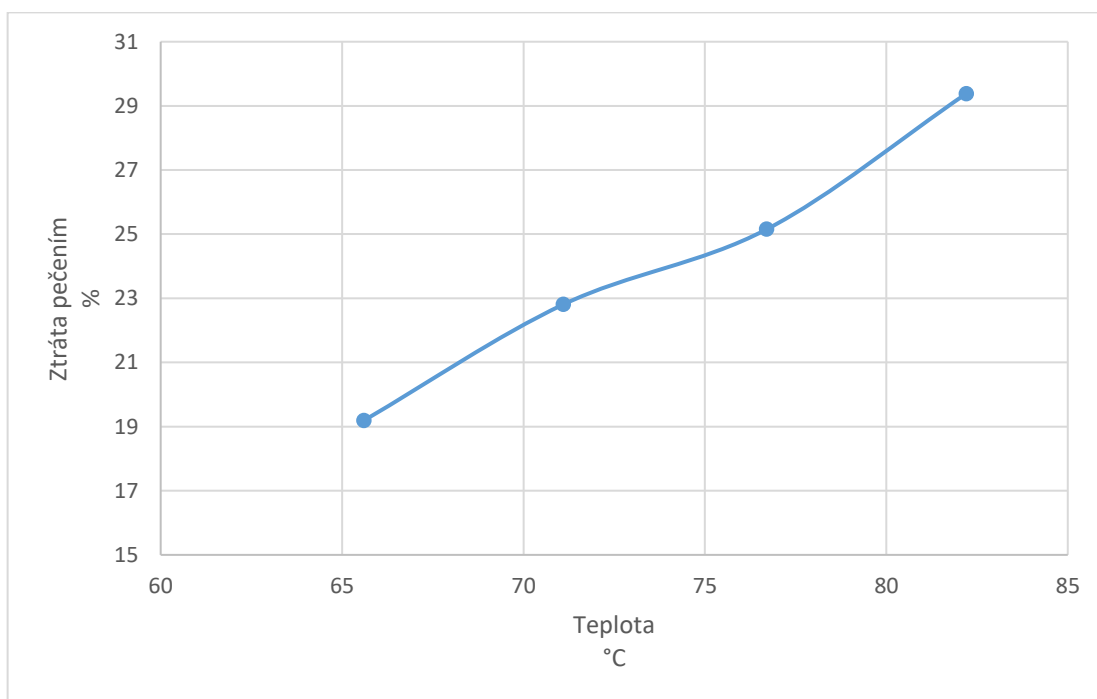
Obrázek 7: Hmotnostní ztráty během tepelného opracování vepřové kotlety (*Musculus longissimus thoracis*) [19]

Během tepelného opracování došlo při konečné teplotě ve středu vzorku 62 °C ke hmotnostnímu úbytku pečením o $18,88 \pm 0,92$ %. Při přípravě vzorku, kdy teplota ve středu dosahovala 67 °C, byla jeho ztráta $21,44 \pm 1,60$ %. Když teplota ve středu vzorku dosáhla 72 °C ztráta vařením se zvýšila na $23,20 \pm 0,08$ %. Při dosažení teploty 77 °C ve středu se hmotnostní ztráta pohybovala kolem $27,32 \pm 1,16$ % a při nejvyšší teplotě, kdy teplota dosahovala 82 °C se ztráty pohybovaly zhruba kolem $31,73 \pm 1,27$ % [19].

Ve studii, která byla popsána autory Aaslyng a kol. [46], bylo pracováno s vepřovou pečením (*Musculus longissimus dorsi*), která byla z prasat, která měla porážkovou hmotnost 73-79 kg a zmasilost těchto kusů byla 58-62 %. Pečení masa probíhalo v troubě při dvou rozdílných teplotách a to 90 °C a 190 °C. Během pokusu po dosažení teploty 68 °C bylo maso vytaženo

z trouby a byla zjišťována ztráta během tepelného opracování ihned a po 20 minutách odpočinku. Při pečení masa při 190 °C byla ztráta okamžitě po upečení zjištěna 24,7 % a po 20 minutách odpočinku se tato hodnota zvedla na 31,5 %. Během pečení při pečení při 90 °C byla ztráta okamžitě po upečení 19,9 % a při přeměření po 20 minutách byla zjištěna hodnota ztráty 24,5 %. Po 20minutovém odpočinku došlo v obou případech ke zvýšení ztráty vařením.

Z výsledků experimentu, který publikovali autoři Heymann a kol. [53], byla využita vepřová pečeně (*Musculus longissimus dorsi*) z jatečných prasat jejichž hmotnost se pohybovala kolem 73-86 kg. Kusy masa byly tepelně opracovány pomocí trouby, která měla teplotu 163 °C. Připravené maso se následně připravilo na předem určenou teplotu ve středu vzorku a to 65,6 °C, 71,1 °C, 76,7 °C a 82,2 °C. Na níže uvedeném Obrázku 8 jsou zobrazeny ztráty hmotnosti pečením při určených teplotách.



Obrázek 8: Ztráta hmotnosti pečením při různé teplotě u vepřové pečeně (*Musculus longissimus dorsi*) [53]

Ztráta vařením při 65,6 °C se pohybovala kolem 19,19 %, při konečné vnitřní teplotě 71,1 °C se tato ztráta rovnala 22,81 %, u teploty 76,7 °C se zvýšila na 25,15 % a když se teplota ve středu pohybovala kolem 82,2 °C tak ztráta se rovnala 29,28 % [53].

4.3 Smažení masa na pánvi

Přenos tepla probíhá přímým dotekem masa s pánví. Jde o poměrně rychlý a častý způsob gastronomického opracování, jelikož je využíván i širokou veřejností. Pánev je rozehřáta na určitou teplotu, většinou kolem 200 °C, a po položení masa na pánev dochází k rychlému prohřívání na požadovanou teplotu [46, 48].

Při experimentu, který provedli autoři Ángel-Rendón a kol. [54], byla použita vepřová kýta a před začátkem experimentu bylo maso nakrájeno na plátky o hmotnosti pohybující se kolem 110 ± 10 g šířce $1,75 \pm 0,25$ cm. Plátky byly položeny na pánev o teplotě 230 °C a byly opracovány po dobu 13 minut, kdy teplota dosáhla ve středu 70 °C. Po tepelném opracování byla zjištěna ztráta vařením, kdy se tato ztráta pohybovala kolem 26,50 %.

K měření byla v další studii, kterou publikovali autoři Kim a kol. [51], použita vepřová panenka, která byla tepelně opracována pomocí smažení na pánvi. Během tohoto pokusu se sledovala vnitřní teplota a po dosažení teploty 72 °C ve středu vzorku byla měřena ztráta smažením. Tato ztráta se pohybovala kolem $51,33 \pm 1,13$ %.

Jednu z dalších studií zabývající se touto problematikou sepsali autoři Clausen a kol. [55]. Pro průběh studie byla vybrána vepřová kýta (*Musculus semimembranosus*), která byla rozkrájena na plátky a vzniklé plátky byly opracovány několika různými způsoby na pánvi. Při první úpravě byly plátky opracovány na pánvi s margarinem po dobu 5 minut, kdy při měření se ztráta pohybovala v rozmezí 32-36 % a průměrná ztráta byla 33 %. Dalším způsob, který byl použit, bylo smažení na pánvi bez tuku po dobu 5 minut, přičemž byly zjištěny ztráty mezi 26 a 31 % a průměrná ztráta se rovnala 30 %. Při smažení plátku na margarinu po dobu 11 minut se ztráta zvýšila na 37-39 % a průměrná ztráta byla 38 %. Při smažení plátků na oleji po dobu 5 minut byla hmotnostní ztráta v rozmezí 29-40 %, kdy byla průměrná hodnota ztrát 36 % a při smažení na oleji po dobu 11 minut byla ztráta mezi 41-43 %, kdy průměrná hmotnostní ztráta byla 42 %.

4.4 Grilování

Jako zdroj tepla se používají infrazářiče nebo rozžhavené uhlí. Teplo je sdíleno převážně sáláním a zčásti i vedením predehřátým vzduchem. Sálání vytváří rychlé prohřátí povrchových vrstev a tím se vytvoří typická povrchová křusta. Grilované maso leží na kovovém roštu nebo je napíchnuté na rožni [48, 56].

Tento způsob tepelného opracování byl využit ve studii autorů O'Neill a kol. [56]. Při studii byla použita vepřová panenka, která byla získána od tamního zpracovatele masa. Vepřová panenka byla nakrájena na 3 cm plátky, které byly následně marinovány ve směsi koření a poté byly zváženy a umístěny do vakuového sáčku. Vzorky byly takto umístěny do chladicí místnosti při 4 °C po dobu 24 hodin před opracováním. Před grilováním vzorků byl odstraněn vakuový obal a maso bylo následně podrobeno tepelnému opracování a konečná vnitřní teplota se pohybovala kolem 74 °C po dobu asi 1 minuty. Následně byly vzorky zchlazeny na pokojovou teplotu, při které probíhala analýza. Ztráty vařením se u vzorků pohybovaly kolem $19,73 \pm 0,94$ %.

Při experimentu, který byl zpracován autory Kim a kol. [51], byla vybrána vepřová panenka, u které zjišťovali ztrátu vařením poté co dosáhla teplota ve středu zkoumaného vzorku hodnoty 72 °C. Měřením bylo zjištěno, že během opracování se snížila hmotnost o $47,57 \pm 1,97$ %.

4.5 Nízkoteplotní a dlouhodobé vaření

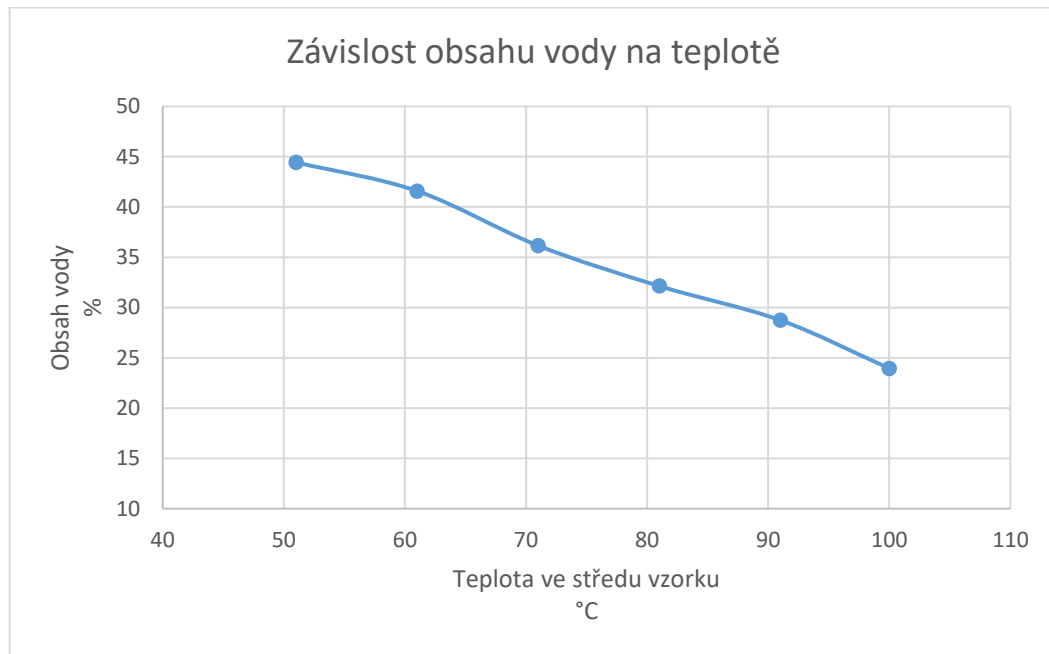
V poslední době se čím dál více dostává do podvědomí dlouhodobé vaření při nižší teplotě. Teplota se při tomto způsobu vaření pohybuje kolem 50–60 °C. Musí se rozlišit, zda vaření probíhá ve vakuu (Sous-vide), při střídavém proudu (Ohmické vaření) nebo s konvenčními způsoby vaření [44].

4.5.1 Sous-vide

Jde o způsob vaření, během kterého se syrové maso vaří uvnitř vakuových sáčků v kontrolovaném prostředí. Podmínky vaření se liší pro různé typy používaného masa. Liší se v závislosti na teplotě a času vaření. Díky této metodě se zabráňuje ztrátám těkavých látek a dále se také snižuje úroveň ztrát během vaření. Tento druh vaření lze provádět ve vodní lázni nebo v konvekční parní troubě [44, 57].

Tato metoda byla použita při experimentu například autorů Vujedinović a kol. [11]. Tito autoři použili maso z prasat ve věku do 12 měsíců a jejich váha se pohybovala okolo 130–140 kg. Během experimentu byly použity plátky z pečeně (*Musculus longissimus dorsi*), které byly široké 1,5 – 2 cm. Mokrý zpracování bylo prováděno ve vodní lázni, kdy vzorky byly zabaleny do termosetového plastu bez vzduchu. Vzorky byly zahřívány až do nastavené teploty, která se měřila ve středu vzorku. Měření bylo prováděno při teplotách 51 °C, 61 °C, 71 °C, 81 °C, 91 °C a 100 °C ve středu vzorku. U masa v syrovém stavu se obsah vody

pohyboval kolem $60,23 \pm 1,59$ %, zatímco u masa po tepelném ošetření, kdy teplota ve středu dosáhla 100 °C se obsah vody pohyboval kolem $23,95 \pm 1,62$ %. Během technologického zpracování, množství vody v maso postupně klesalo, jak je znázorněno na Obrázku 9.



Obrázek 9: Obsah vody při tepelné úpravě mokrým způsobem v závislosti na teplotě ve středu vzorku pro vepřovou pečení (*Musculus longissimus dorsis*) [9]

Z výsledků studie bylo zjištěno, že při konečné teplotě 51 °C ve středu vzorku byla zjištěna ztráta vody kolem $15,79$ %, při teplotě 61 °C se pohybovala kolem $18,64$ %, během teploty 71 °C byla ztráta vody $24,07$ %, když teplota ve středu byla 81 °C tak se ztráta zvedla na $28,09$ %. U vzorků, které byly opracovány na teplotu 91 °C byla zjištěna ztráta vody při tepelné úpravě $31,49$ % a při dosažení 100 °C bylo zjištěno, že se tato ztráta pohybovala kolem $36,28$ % [11].

4.5.2 Ohmické vaření

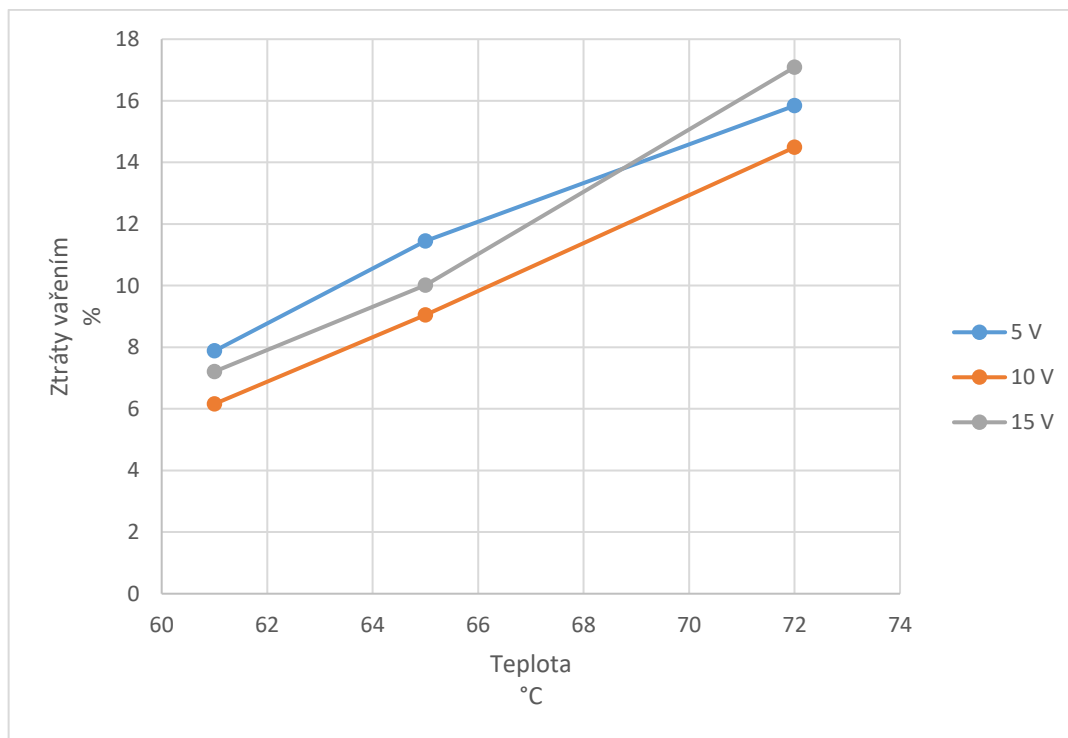
Ohmické vaření nazývané též odporové zahřívání, které je založeno na průchodu proudu přímo přes vodivé jídlo což vede k tvorbě tepla. Ohmické zahřívání generuje teplo přímou aplikací volumetrickým způsobem, který zkracuje délku doby vaření spojení s běžnými metodami. Při tomto způsobu ohřívání byly zaznamenány u hovězího masa nižší ztráty při vaření tímto způsobem než při dušení hovězího masa. Nižší ztráty souvisí s kratší dobou tepelného opracování. Z mikrobiologického hlediska je důležité, aby maso prošlo minimální konečnou teplotou 70 – 72 °C [44, 58].

Ohmické zahřívání by mohlo být využito při velkém počtu tepelných operací, jako je vaření, sušení, blanšírování nebo rozmrazování. Technické problémy spojené s touto konkrétní aplikací a jejich řešením jsou nejdůležitější aspekty návrhu a provozu ohmického topného systému. Zařízení pro ohmické vytápění je relativně jednoduché a extrémně kompaktní. Problémem je optimální frekvence pole, kdy bylo zjištěno, že k vyššímu poškození tkáně došlo při nízké frekvenci [59].

Ohmické zahřívání je technologie, která je schopna pasterizovat maso za účelem produkce produktů srovnatelné kvality s konvenčně vařenými vzorky, přičemž se podstatně zkracuje doba vaření a zlepšuje výtěžnost zejména u nerozpuštěných masných výrobků. Je třeba rozvíjet obchodní systémy a průmysl si musí být vědom schopností této technologie pro zpracování masa, a tudíž se v dnešní době nevíce této metody využívá právě ve výzkumu [60].

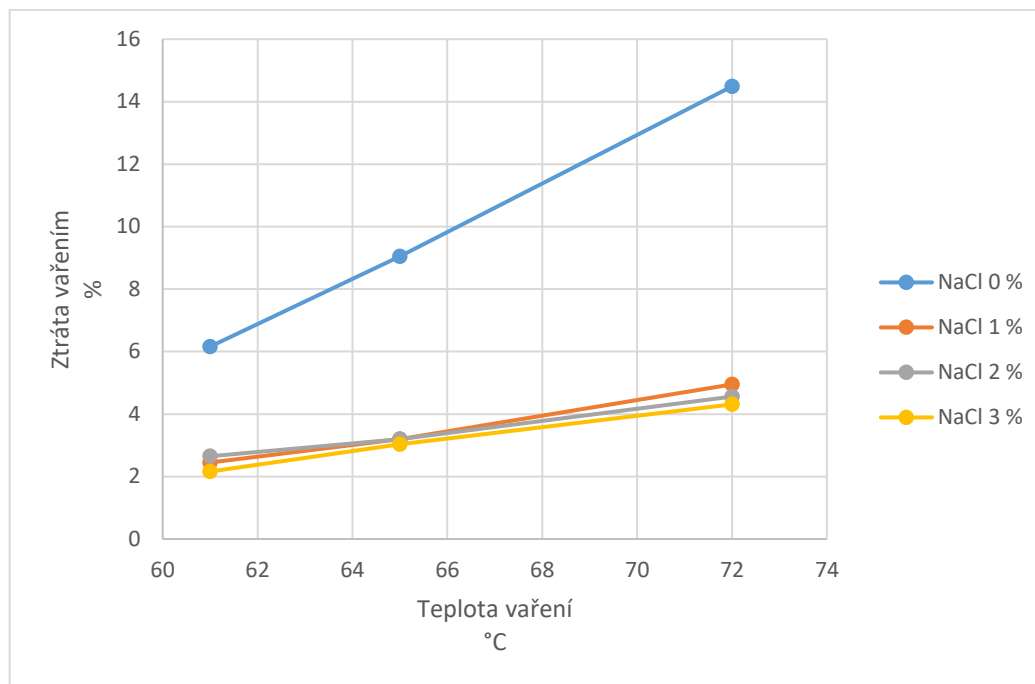
Pro studii, která byla publikována autory Ángel-Rendón a kol. [42], byla použita vepřová kýta, která byla nakrájena na plátky o velikosti $1,75 \pm 0,25$ cm, marinována a vakuově skladována po dobu 18 hodin při teplotě 3 ± 1 °C. Během tepelné úpravy byla koncová teplota ve středu vzorku 70 °C a byl použit proud 21 ± 1 V/cm po dobu 2, 2,5 a 3 minuty. Při vaření po dobu 2 minut byla ztráta vařením $28,61 \pm 1,39$ %, při vaření po dobu 2,5 minut byla tato ztráta $28,98 \pm 1,39$ % a při vaření po dobu 3 minuty byla ztráta $31,34 \pm 1,44$ %. Bylo zjištěno že ztráta vařením se se s přibývajícím časem postupně zvyšuje a tím se postupně snižoval obsah vody v mase.

Při sepsání studie, kterou publikovali autoři Tian a kol. [52], bylo použito maso z kýty (*Musculus semitendinosus*, *Femoral biceps*) z prasat, jejichž věk byl 6 měsíců a porážková hmotnost se pohybovala kolem 100 ± 10 kg. Maso bylo uchováno při 4 °C po dobu 24 hodin. Z masa byl ořezán viditelný tuk a maso bylo na masovém mlýnku rozemleto na jemné dílo. K varné komoře (průměr 4,2 cm; délka, 10 cm) bylo přiřazeno asi 170 ± 5 g vepřového díla, přičemž každý konec byl upnut nerezovými elektrodami potravinářské kvality a elektrody by měly být v úplném kontaktu se vzorky, aby se zajistil plynulý tok proudu. Během vaření byla systémem sběru dat průběžně zaznamenávána teplota a proud vzorků v geometrickém jádře. Nejprve byly použity tři různé gradienty napětí (5, 10 a 15 V/cm) pro vaření vzorků bez NaCl na různé teploty koncového bodu (61, 65 a 72 °C). Potom byly vzorky s různými koncentracemi NaCl (1,0%, 2,0% a 3,0%) vařeny na 61, 65 a 72 °C o 10 V/cm. Hodnota 10 V/cm byla vybrána podle výsledků doby vaření a ztráty při vaření. Po vaření byly vzorky ochlazeny na 4 °C v lázni s ledovou vodou. Na obrázku 10 je znázorněna závislost ztrát vařením při různé teplotě při různém napětí.



Obrázek 10: Ztráty vařením v závislosti na teplotě při různém napětí [52]

Během vaření při 5 V byla při konečné teplotě 61 °C ve středu vzorku se hmotnostní ztráty pohybovaly kolem $7,88 \pm 0,60$ %, při 65 °C byly ztráty $11,45 \pm 0,98$ % a po dosažení teploty 72 °C se ztráty zvýšily na $15,84 \pm 0,91$ %. Při použití 10 V byly ztráty vařením nejnižší při teplotě 61 °C se ztráty pohybovaly kolem $6,16 \pm 0,41$ %, u vzorků, které byly zahřívány na teplotu 65 °C, byla jejich ztráta $9,05 \pm 0,84$ % a při teplotě 72 °C bylo zjištěno, že ztráty činily $14,49 \pm 0,93$ %. Po opracování proudem o velikosti 15 V se ztráty pohybovaly při teplotě 61 °C ve středu vzorku kolem $7,21 \pm 0,56$ %, vzorky, které dosáhly teploty 65 °C ve středu, měly hmotnostní ztráty kolem $10,01 \pm 1,06$ % a při dosažení teploty 72 °C se ztráty zvýšily na $17,9 \pm 0,99$ %. Jelikož nejnižší ztráty byly při proudu 10 V, tak byl tento proud použit i při různých koncentracích soli, jak je znázorněno na Obrázku 11 [52].



Obrázek 11: Ztráty vařením v závislosti na teplotě při různé koncentraci soli [52]

Měření probíhalo po tepelném opracování při 10 V a byla zjišťována hmotnostní ztráta při rozdílné teplotě opracování a různé koncentraci soli. Vzorčky, které obsahovaly 1 % soli při teplotě 61 °C vykazovaly ztráty $2,45 \pm 0,58$ %, u vzorků opracovaných na teplotu 65 °C byla ztráta $3,29 \pm 0,99$ % a při opracování teplotou 72 °C se ztráty během vaření pohybovaly kolem $4,95 \pm 0,51$ %. U vzorků, do kterých byly přidány 2 % soli se ztráty při teplotě 61 °C pohybovaly kolem $2,65 \pm 0,74$ %. Vzorčky, které byly opracovány na teplotu 65 °C ve středu, měly ztráty pohybující se kolem $3,20 \pm 0,56$ % a u vzorků opracovaných na teplotu 72 °C byly ztráty vařením $4,56 \pm 0,68$ %. Při použití 3 % soli do masa se při teplotě 61 °C pohybovala ztráta kolem $2,16 \pm 0,46$ %. U vzorků, které se opracovaly na teplotu 65 °C, byly zjištěny ztráty $3,03 \pm 0,49$ % a při opracování na teplotu 72 °C byly ztráty $4,31 \pm 1,01$ % [52].

ZÁVĚR

Teprve tepelnou úpravou maso získává svoji specifickou vůni a chuť, a tak se dostává do jídelniček velké spoustě lidí. Dostatečná tepelná úprava masa je důležitá zejména z nutričního hlediska, kdy tepelně opracované maso je mnohem lépe stravitelné než maso syrové, jelikož dochází k denaturaci bílkovin, které se poté lépe rozkládají a následně vstřebávají. Mezi další pozitiva tepelné úpravy patří také mikrobiologická nezávadnost, jelikož dostatečnou tepelnou úpravou jsou zničeny patogenní mikroorganismy, které by mohly vyvolat onemocnění.

Cílem této práce bylo zjistit, při kterém tepelném opracování a jaké teplotě je vhodné upravovat vepřové maso, aby vznikly co možná nejnížší hmotnostní ztráty. Z uvedených studií bylo zjištěno, že je důležité, na jakou teplotu je potřeba vepřové maso upravit, jelikož se zvyšující teplotou, se zvyšovaly i hmotnostní ztráty během jednotlivých tepelných opracování. Dále záleželo i na době, při které maso na požadované teplotě zůstávalo anebo zda při dosažení určité teploty bylo odebráno od zdroje tepla a následně ochlazen.

Ze studií vyplývá, že nejnížší ztráty vykazovalo maso, které bylo opracováno pomocí ohmického tepelného zpracování, kdy při proudu 10 V a konečné teplotě 72 °C, byly hmotnostní ztráty pouze necelých 15 %. Tento způsob tepelného opracování se využívá velmi zřídka, zejména v laboratorním prostředí. Tak nízké ztráty vykazuje, protože se jedná o velmi rychlé tepelné opracování masa.

Z běžně používaných metod tepelného opracování nižší ztráty vykazovalo vaření ve vodní lázni, kdy se ztráty hmotnosti během tepelného opracování pohybovaly při teplotě 65 °C ve středu vzorků kolem 20-24 %. Nejvhodnější je opracování na 70 °C, kdy jsou ztráty hmotnosti vyšší kolem 27-28 % a tímto je zde zabezpečena mikrobiologická nezávadnost.

Velmi nízké ztráty vykazuje také opracování masa metodou Sous-vide, která se běžně příliš nepoužívá, ale postupně se dostává do povědomí lidí. Tento způsob opracování je velmi zdoluhavý, jelikož úprava probíhá při nízké teplotě po dobu několika – i 24 a více hodin. Kdy při tomto způsobu opracování na teplotu 71 °C byly zjištěny ztráty v rozmezí 23-24 %. Zatímco nejvyšší ztráty vykazovaly studie zabývající se tepelným opracováním pomocí smažení. U smažení bylo důležité, jestli byl použit tuk, popřípadě který anebo zda smažení probíhalo bez tuku. Při smažení s tukem jsou ztráty hmotnosti vyšší, kdy se mohou pohybovat

až přes 40 %. V případě, kdy nebyl přidán tuk byla ztráty nižší kolem 30 %. Dalším kritériem, které ovlivňovalo výši ztrát byla délka tepelného opracování, kdy při delší době přípravy byly ztráty vyšší než při poloviční době.

Nižších ztrát při různých tepelných opracováních je možné dosáhnout přidáním solící směsi, která zvyšuje vaznost vody, jelikož většina ztrát, které vznikají během operace je právě způsobena množstvím vody, která může z masa unikát.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa*. Brno: Last, 1995, 643 s. ISBN 80-900260-4-4.
- [2] IVANOVIC, J., M. Z. BALTIC, J. JANJIC, a kol. Health aspects of dry-cured ham. In: *Meat Technology / Tehnologija Mesa* [online]. 2016, 57(1), 39-46 [cit. 2020-04-12]. ISSN 04949846. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true>
- [3] HUI, Y. (Ed.), HUI, Y. (Ed.), NIP, W.K. (Ed.), ROGERS, R. (Ed.). *Meat Science and Applications* [online]. Boca Raton: CRC Press. 2001 [cit. 2020-03-12]. Dostupné z: <https://doi.org/10.1201/9780203908082>
- [4] HUI, Y. *Handbook of Meat and Meat Processing* [online]. Boca Raton, Fla: CRC Press, 2012 [cit. 2020-03-10]. 2nd Ed. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com.proxy.k.utb.cz/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=430555&lang=cs&site=ehost-live>
- [5] PIPEK, P. *Základy technologie masa*. Vyškov: Vysoká vojenská škola pozemního vojska, 1998, 104 s. ISBN 8072310100.
- [6] PIPEK, P. *Technologie masa I*. Vyd. 2. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1991, 174 s. ISBN 8070801069.
- [7] CIBULKA, J. *Základy fyziologie hospodářských zvířat* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita, 2004. [cit. 2020-04-09]. ISBN 80-213-1247-5. Dostupné z: <https://kramerius5.nkp.cz/uuid/uuid:c4934310-3e06-11e6-ad5e-5ef3fc9bb22f>
- [8] MARVAN, F., A. HAMPL. *Morfologie hospodářských zvířat* [online]. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze v nakl. Brázda, 2011. [cit. 2020-04-09]. ISBN 978-80-213-2188-5. Dostupné z: <https://kramerius5.nkp.cz/uuid/uuid:44303c40-05ed-11e8-816d-5ef3fc9bb22f>
- [9] HRABĚ, J, P. BŘEZINA a P. VALÁŠEK. *Technologie výroby potravin živočišného původu: bakalářský směr*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 180 s. Učební texty vysokých škol. ISBN 8073184052.
- [10] PURSLOW, P.P. The Structure and Growth of Muscle. In: Toldrá F. (ed.): *Lawrie's Meat Science* [online]. Woodhead Publishing, Duxford, UK, 2017 [cit. 2020-04-09]. 8th Ed. Dostupné z: <https://app.knovel.com/htmlink/pdf/id:kt00CX3FV4/lawries-meat-science/structure-growth-muscle>

- [11] VUJADINOVIĆ, D. a Ž. MARJANOVIĆ-BALABAN. Influence of Temperature and Heat Treatment Regime on Chemical Properties of Pork Meat. In: *Quality of Life (Banja Luka) - APEIRON* [online]. 2013, 6(3-4) [cit. 2020-03-22]. DOI: 10.7251/QOL1203049V. ISSN 1986-6038. Dostupné z: <http://doisrpska.nub.rs/index.php/qualityoflife/article/view/508>
- [12] STRAKA, I. a L. MALOTA. *Chemické vyšetření masa: (klasické laboratorní metody)*. Tábor: OSSIS, 2006, 94 s. ISBN 80-86659-09-7.
- [13] KIM, Y. H. B., R. D. WARNER a K. ROSENVOLD. Influence of high pre-rigor temperature and fast pH fall on muscle proteins and meat quality: a review. In: *Animal Production Science* [online]. 2014, 54(4) [cit. 2020-04-12]. DOI: 10.1071/AN13329. ISSN 1836-0939. Dostupné z: <http://www.publish.csiro.au/?paper=AN13329>
- [14] HAN, J. *Innovations in Food Packaging* [online]. Elsevier, 2014 [cit. 2020-05-04]. ISBN 9780123946010. DOI: 10.1016/C2011-0-06876-X.
- [15] KADLEC, P., K. MELZOCH, M. VOLDŘICH. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?: technologie potravin* [online]. Ostrava: Key Publishing, 2009 [cit. 2020-04-20]. ISBN 978-80-7418-051-4. Dostupné také z: <https://kramerius5.nkp.cz/uuid/uuid:1fdcfcd0-4bb6-11e4-bf02-5ef3fc9ae867>
- [16] KERRY, J. *Meat processing: improving quality* [online]. Cambridge: Woodhead Publishing, 2002, 464 s. Woodhead Publishing in food science and technology [cit. 2020-04-20]. ISBN 9781855735835. Dostupné z: <http://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpMPIQ0001/meat-processing-improving>
- [17] KADLEC, P. *Technologie potravin I*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 2002, 300 s. ISBN 8070805099.
- [18] ČEPIČKA, J. *Obecná potravinářská technologie*. Praha: VŠCHT, 1995, 246 s. ISBN 8070802391.
- [19] PÖLDVERE, A., A. TÄNAVOTS, R. SAAR, S. SILD a L. LEPASALU. Effect of heat treatment at constant 120 °C temperature on the rheological and technological properties of pork. In: *Agronomy Research* [online]. 2016, 14, 1434-1441 [cit. 2020-02-20]. ISSN 1406894X. Dostupné z: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=e5h&an=116541412&scope=site>

- [20]SUMAN, S. P., M. N. NAIR, P. JOSEPH a M. C. HUNT. Factors influencing internal color of cooked meats. In: *Meat Science* [online]. 2016, 120, 133-144 [cit. 2020-04-11]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2016.04.006. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174016300997>
- [21]SUMAN, S. P. a P. JOSEPH. Myoglobin Chemistry and Meat Color. In: *Annual Review of Food Science and Technology* [online]. 2013, 4(1), 79-99 [cit. 2020-04-12]. DOI: 10.1146/annurev-food-030212-182623. ISSN 1941-1413. Dostupné z: <http://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-food-030212-182623>
- [22]INGR, I. *Produkce a zpracování masa*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003, 202 s. ISBN 8071577197.
- [23]ALTERA, J. a L. ALTEROVÁ. *Technologie 1. ročník SPŠ Potravinář*. Praha: Svoboda Servis, 2003. ISBN 80-86320-16-2.
- [24]MURPHY, R.Y. a B.P. MARKS. Effect of meat temperature on proteins, texture, and cook loss for ground chicken breast patties. In: *Poultry Science* [online]. 2000, 79(1), 99-104 [cit. 2020-04-14]. DOI: 10.1093/ps/79.1.99. ISSN 00325791. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032579119414454>
- [25]SAZONOVA, S., I. GRAMATINA, D. KLAVA a R. GALO BURDA. Effect of high pressure processing on raw pork microstructure and water holding capacity. In: *Agronomy Research* [online]. 2019, 17((S2), 1452-1459 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.15159/AR.19.057. ISSN 1406894X.
- [26]CHAPLEAU, N. J. a M. I. DE LAMBALLERIE-ANTON. Changes in myofibrillar proteins interactions and rheological properties induced by high-pressure processing. In: *European Food Research and Technology* [online]. 2003, 216(6), 470-476 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.1007/s00217-003-0684-5. ISSN 1438-2377. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s00217-003-0684-5>
- [27]JEŽEK, F., J. KAMENÍK, B. MACHARÁČKOVÁ, K. BOGDANOVIČOVÁ a J. BEDNÁŘ. Cooking of meat: effect on texture, cooking loss and microbiological quality - a review. In: *Acta Veterinaria Brno* [online]. 2019, 88(4), 487-496 [cit. 2020-02-20]. DOI: 10.2754/avb201988040487. ISSN 00017213. Dostupné z: <https://doi.org/10.2754/avb201988040487>
- [28]SKIBSTED, L. H., J. RISBO a M. L. ANDERSEN. *Chemical deterioration and physical instability of food and beverages* [online]. Boca Raton: CRC Press, 2010

- [cit. 2020-02-20]. Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition, no. 186. ISBN 978-1-84-569926-0. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpCDPIFB02/chemical-deterioration/chemical-deterioration>
- [29]CHRISTENSEN, M., PURSLOW, P. P., LARSEN, L. M. The effect of cooking temperature on mechanical properties of whole meat, single muscle fibres and perimysial connective tissue. In: *Meat Science*. 2000, 55, 301-307 [cit. 2020-02-20]. DOI: 10.1016/S0309-1740(99)00157-6
- [30]MARTENS, H., E. STABURSVIK a M. MARTENS. Texture and colour changes in meat during cooking related to thermal denaturation of muscle proteins. In: *Journal of Texture Studies* [online]. 1982, 13(3), 291-309 [cit. 2020-04-14]. DOI: 10.1111/j.1745-4603.1982.tb00885.x. ISSN 0022-4901. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1745-4603.1982.tb00885.x>
- [31]MUTUNGI, G., PURSLOW, P., & WARKUP, C. Influence of temperature, fibre diameter and conditioning on the mechanical properties of single muscle fibres extended to fracture. In: *Journal of Science Food and Agriculture* [online]. 1996, 72, 359-366 [cit. 2020-04-14]. Dostupné z: [https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199611\)72:3<359::AID-JSFA667>3.0.CO;2-H](https://doi-org.proxy.k.utb.cz/10.1002/(SICI)1097-0010(199611)72:3<359::AID-JSFA667>3.0.CO;2-H)
- [32]ODSTRČIL, J. a M. ODSTRČILOVÁ. *Chemie potravin*. Brno: Národní centrum ošetrovatelství a nelékařských zdravotnických oborů, 2006. ISBN 80-7013-435-6.
- [33]KAMENÍK, J. *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita, 2014, 327 s. ISBN 9788073056735.
- [34]VAN DE PERRE, V., A. CEUSTERMANS, J. LEYTEN a R. GEERS. The prevalence of PSE characteristics in pork and cooked ham — Effects of season and lairage time. In: *Meat Science* [online]. 2010, 86(2), 391-397 [cit. 2020-04-14]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.05.023. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174010002081>
- [35]ČECHOVÁ, M., V. MIKULE a Z. TVRDOŇ. *Chov prasat*. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003. ISBN 80-7157-720-0.
- [36]KADLEC, P., K. MELZOCH a M. VOLDŘICH. *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava: Key Publishing, 2012. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-145-0.

- [37] WARNER, R. D., R. G. KAUFFMAN a M. L. GREASER. Muscle protein changes post mortem in relation to pork quality traits. In: *Meat Science* [online]. 1997, 45(3), 339-352 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.1016/S0309-1740(96)00116-7. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174096001167>
- [38] STEINHAUSER, L. a J. STEINHAUSER. *Vaříme a udíme doma* [online]. Praha: Brázda, 1991 [cit. 2020-04-15]. Dostupné také z: <https://kramerius5.nkp.cz/uuid/uuid:8187ee10-5a30-11e9-8cc0-5ef3fc9bb22f>
- [39] SHEARD, P.R., S.I. HUGHES a M.H. JASPAL. Colour, pH and weight changes of PSE, normal and DFD breast fillets from British broilers treated with a phosphate-free, low salt marinade. In: *British Poultry Science* [online]. 2012, 53(1), 57-65 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.1080/00071668.2012.655707. ISSN 0007-1668. Dostupné z: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00071668.2012.655707>
- [40] FISCHER, K. Drip loss in pork: influencing factors and relation to further meat quality traits. In: *Journal of Animal Breeding* [online]. 2007, 124(S1), 12-18 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.1111/j.1439-0388.2007.00682.x. ISSN 09312668.
- [41] HULÁNKOVÁ, R., J. KAMENÍK, A. SALÁKOVÁ, D. ZÁVODSKÝ a G. BORILOVA. The effect of dry aging on instrumental, chemical and microbiological parameters of organic beef loin muscle. In: *LWT* [online]. 2018, 89, 559-565 [cit. 2020-04-14]. DOI: 10.1016/j.lwt.2017.11.014. ISSN 00236438. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0023643817308344>
- [42] ANGEL-RENDON, S. V., A. FILOMENA-AMBROSIO, S. CORDON-DIAZ, E. R. BENITEZ-SASTOQUE a L. I. SOTELO-DIAZ. Ohmic cooking: Application of a novel technology in pork and influences on water holding capacity, cooking loss and colour. In: *International Journal of Gastronomy a Food Science* [online]. 2019, 17 [cit. 2020-03-23]. DOI: 10.1016/j.ijgfs.2019.100164. ISSN 1878450X.
- [43] MITRA, B., R. LAMETSCH, I. GRECO a J. RUIZ-CARRASCAL. Advanced glycation end products, protein crosslinks and post translational modifications in pork subjected to different heat treatments. In: *Meat Science* [online]. 2018, 145, 415-424 [cit. 2020-03-22]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.07.026. ISSN 03091740.
- [44] PURSLOW, P. P. *New aspects of meat quality: from genes to ethics* [online]. Cambridge, MA: Woodhead Publishing is an imprint of Elsevier, 2017 [cit. 2020-03-

- 22]. Woodhead Publishing in food science, technology, and nutrition. ISBN 978-0-08-100593-4. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpNAMQF-GEH/new-aspects-meat-quality/new-aspects-meat-quality>
- [45] STRAADT, I. K., M. RASMUSSEN, H. Jørgen ANDERSEN a H. C. BERTRAM. Aging-induced changes in microstructure and water distribution in fresh and cooked pork in relation to water-holding capacity and cooking loss – A combined confocal laser scanning microscopy (CLSM) and low-field nuclear magnetic resonance relaxation study. In: *Meat Science* [online]. 2007, 75(4), 687-695 [cit. 2020-03-17]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2006.09.019. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174006003263>
- [46] AASLYNG, M. D., C. BEJERHOLM, P. ERTBJERG, H. C. BERTRAM a H. J. ANDERSEN. Cooking loss and juiciness of pork in relation to raw meat quality and cooking procedure. In: *Food Quality and Preference* [online]. 2003, 14(4), 277-288 [cit. 2020-03-17]. DOI: 10.1016/S0950-3293(02)00086-1. ISSN 09503293. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0950329302000861>
- [47] VUJADINOVIĆ, D. a Ž. MARJANOVIĆ-BALABAN. Influence of Temperature and Heat Treatment Regime on Chemical Properties of Pork Meat. In: *Quality of Life (Banja Luka) - APEIRON* [online]. 2013, 6(3-4) [cit. 2020-03-16]. DOI: 10.7251/QOL1203049V. ISSN 1986-6038. Dostupné z: <http://doisrpska.nub.rs/index.php/qualityoflife/article/view/508>
- [48] INGR, I. *Technologie masa*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 1996. ISBN 80-7157-193-8.
- [49] CHRISTENSEN, L., P. ERTBJERG, M. D. AASLYNG a M. CHRISTENSEN. Effect of prolonged heat treatment from 48°C to 63°C on toughness, cooking loss and color of pork. In: *Meat Science* [online]. 2011, 88(2), 280-285 [cit. 2020-04-12]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2010.12.035. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174011000039>
- [50] HUANG, F., M. HUANG, X. XU a G. ZHOU. Influence of heat on protein degradation, ultrastructure and eating quality indicators of pork. In: *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online]. 2011, 91(3), 443-448 [cit. 2020-04-13]. DOI: 10.1002/jsfa.4204. ISSN 00225142. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/jsfa.4204>

- [51]KIM, T. K., K. E. HWANG, Y. B. KIM, K. H. JEON, K. H. LEEM a Y. S. CHOI. Effects of Pre-cooking Methods on Quality Characteristics of Reheated Marinated Pork Loin. In: *Korean journal for food science of animal resources* [online]. 2018, 38(5), 970-980 [cit. 2020-04-11]. DOI: 10.5851/kosfa.2018.e29. ISSN 1225-8563. Dostupné z: http://www.kosfaj.org/archive/view_article?doi=10.5851/kosfa.2018.e29
- [52]TIAN, X., L. SHAO, Q. YU, H. YANG, X. LI a R. DAI. Comparative study of survival of Escherichia coli O157: H7 inoculated in pork batter after ohmic cooking and water bath cooking. In: *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2019, 304, 11-18 [cit. 2020-04-15]. DOI: 10.1016/j.ijfoodmicro.2019.05.019. ISSN 01681605. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0168160519301382>
- [53]HEYMANN, H., H.B. HEDRICK, M.A. KARRASCH, M.K. EGGEMAN a M.R. ELLERSIECK. Sensory and Chemical Characteristics of Fresh Pork Roasts Cooked to Different Endpoint Temperatures. In: *Journal of Food Science* [online]. 1990, 55(3), 613-617 [cit. 2020-04-13]. DOI: 10.1111/j.1365-2621.1990.tb05189.x. ISSN 0022-1147. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1365-2621.1990.tb05189.x>
- [54]ÁNGEL-RENDÓN, S. V., A. FILOMENA-AMBROSIO, M. HERNÁNDEZ-CARRIÓN, E. LLORCA, I. HERNANDO, A. QUILES a I. SOTELO-DÍAZ. Pork meat prepared by different cooking methods. A microstructural, sensorial and physicochemical approach. In: *Meat Science* [online]. 2020, 163 [cit. 2020-04-11]. DOI: 10.1016/j.meatsci.2020.108089. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0309174019310307>
- [55]CLAUSEN, I. a L. OVESEN. Changes in fat content of pork and beef after pan-frying under different conditions. In: *Journal of Food Composition and Analysis* [online]. 2005, 18(2-3), 201-211 [cit. 2020-04-08]. DOI: 10.1016/j.jfca.2004.03.024. ISSN 08891575. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0889157504000638>
- [56]O'NEILL, C. M., M. C. CRUZ-ROMERO, G. DUFFY a J. P. KERRY. Comparative effect of different cooking methods on the physicochemical and sensory characteristics of high pressure processed marinated pork chops. In: *Innovative Food Science & Emerging Technologies* [online]. 2019, 54, 19-27 [cit. 2020-04-13].

- DOI: 10.1016/j.ifset.2019.03.005. ISSN 14668564. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S146685641830568X>
- [57]LATOCH, A., J. LIBERA a D. M. STASIAK. Physicochemical properties of pork lion marinated in fefir, yoghurt or buttermilk and cooked sous vide. In: *Acta Scientiarum Polonorum. Technologia Alimentaria* [online]. 2019, 18(2), 163-171 [cit. 2020-03-22]. DOI: 10.17306/j.afs.0642. ISSN 16440730.
- [58]ZELL, M., J. G. LYNNG, D. A. CRONIN a D. J. MORGAN. Ohmic cooking of whole turkey meat - Effect of rapid ohmic heating on selected product parameters. In: *Food chemistry* [online]. 2010, 120(3), 724-729 [cit. 2020-03-23]. DOI: 10.1016/j.foodchem.2009.10.069. ISSN 03088146.
- [59]BERK, Z. *Food Process Engineering and Technology* [online]. Elsevier, 2018 [cit. 2020-05-15]. 3rd Ed. IBSN: 978-0-1281-2054-5. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFPETE002/food-process-engineering/food-process-engineering>
- [60]KUTZ, M. *Handbook of Farm, Dairy and Food Machinery Engineering* [online]. Elsevier, 2019 [cit. 2020-05-15]. 3rd Ed. IBSN: 978-0-1281-4804-4. Dostupné z: <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpHFDFME01/handbook-farm-dairy-food/handbook-farm-dairy-food>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DFD Vada jakosti masa – tmavé, suché a tuhé maso

PSE Vada jakosti masa – bledé, měkké a vodnaté maso

Mb Myoglobin

MetMb Metmyoglobin

MbO₂ Oxymyoglobin

Mb-NO Nitroxymyoglobin

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Změny tuhosti hovězího masa související s teplotou vaření pomocí maximální smykové síly.....	21
Obrázek 2: Průběh hodnot pH, normálního, PSE a DFD masa	22
Obrázek 3: Ztráta vařením závislá na teplotě u jatečných prasat a prasnic	26
Obrázek 4: Ztráta vařením u vepřové pečeně (<i>Musculus longissimus dorsi</i>) při různé teplotě	27
Obrázek 5: Ztráta vařením závislá na vnitřní teplotě a množství přidané NaCl.....	28
Obrázek 6: Průměrný obsah vody během pečení vepřové pečeně (<i>Musculus longissimus dorsi</i>).....	29
Obrázek 7: Hmotnostní ztráty během tepelného opracování vepřové kotlety (<i>Musculus longissimus thoracis</i>).....	30
Obrázek 8: Ztráta hmotnosti pečením při různé teplotě u vepřové pečeně (<i>Musculus longissimus dorsi</i>).....	31
Obrázek 9: Obsah vody při tepelné úpravě mokrým způsobem v závislosti na teplotě ve středu vzorku pro vepřovou pečení (<i>Musculus longissimus dorsi</i>)	34
Obrázek 10: Ztráty vařením v závislosti na teplotě při různém napětí.....	36
Obrázek 11: Ztráty vařením v závislosti na teplotě při různé koncentraci soli	37

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Složení jednotlivých částí vepřového masa.....	12
---	----