

Indikátor čerstvosti masa pro uchování masa v lednici

Bc. Eliška Hrabová

Diplomová práce
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Eliška Hrabová
Osobní číslo: T19778
Studijní program: N0721A210004 Technologie potravin
Studijní obor: Technologie potravin
Forma studia: Kombinovaná
Téma práce: Indikátor čerstvosti masa pro uchování masa v lednici

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte podrobnou literární a patentovou rešerši na zadané téma.
2. Zhodnotte dosavadní stav v oblasti metod pro stanovování čerstvosti masa na základě vyhledaných literárních a patentových zdrojů.
3. Vyberte vhodnou metodu / metody, které aplikujete pro řešení zadaného tématu. Případně navrhnete vlastní metodu a použijte ji při měření vzorků masa. Při volbě metody vycházejte z platné legislativy pro danou metodu pro ČR případně EU.
4. Vyberte několik vhodných vzorků masa a proveďte experimentální měření na základě zvolených metod. U všech vzorků zohledňujte a prověřujte datum porážky a zrání masa.
5. Vyhodnotte naměřená data, popište provedená měření, všechny výsledky interpretujte pomocí grafů, případně i tabulek a textového popisu.
6. Uvedte praktické uplatnění metody pro měření čerstvosti v praxi.
7. Vzniklé závěry dostatečně popište a diskutujte.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1]. HUI, Y. H. a J. L. AALHUS, ed. *Handbook of meat and meat processing*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2012, 1 online zdroj (xviii, 957 s.). ISBN 9781439836842
- [2]. KLINTH JENSEN, Werner, Carrick DEVINE a Michael DIKEMAN, ed. *Encyclopedia of meat sciences*. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, c2004, 1473 s. ISBN 012464970X
- [3]. KERRY, Joseph. *Meat processing: improving quality*. Cambridge: Woodhead Publishing, 2002, 464 s. Woodhead Publishing in food science and technology. ISBN 9781855735835
- [4]. JAMES, S.J a C. JAMES. *Meat refrigeration*. Cambridge: Woodhead, 2002, 347 s. Woodhead Publishing in food science and technology. ISBN 9781855734425
- [5]. KERRY, Joseph a David LEDWARD. *Improving the sensory and nutritional quality of fresh meat*. Cambridge: Woodhead Pub., c2009, 1 online zdroj (xxii, 664 p.). ISBN 9781601197771
- [6]. CRUZ, Rui M. S., Igor KHMELINSKII a Maria Margarida Cortez VIEIRA. *Methods in food analysis*. Boca Raton: CRC Press, [2014], 1 online zdroj. ISBN 9781482231960
- [7]. KUSWANDI, Bambang. *Freshness Sensors for Food Packaging. Reference Module in Food Science*. Elsevier, 2017, 2017 [cit. 2020-07-20]. DOI: 10.1016/B978-0-08-100596-5.21876-3. ISBN 9780081005965

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jiří Matyáš, Ph.D.**
Centrum polymerních systémů

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2020**
Termín odevzdání diplomové práce: **14. 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 DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji diplomovou 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 – diplomovou 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 diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

Ve Zlíně dne:

Jméno a příjmení studenta:

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou čerstvosti masa v domácích podmínkách. Teoretická část práce popisuje obecnou rovinu masa z hlediska jeho složení, skladování, zrání, údržnosti, mikrobiologie a legislativy. V práci jsou také popsány vhodné obaly pro uchování masa a metody pro měření amoniaku v mase. Praktická část práce se zabývá měřením plynů uvolňujících se při skladování masa. Pomocí senzorů při uchování masa v lednici, byly sledovány konkrétní plyny především amoniak (NH_3) a okrajově oxid dusičitý (NO_2) a oxid uhelnatý (CO). Výsledky práce hledají limity použitelnosti přehledného indikátoru pro zjištění čerstvosti masa v domácích podmínkách, bez nutné znalosti problematiky pro uživatele.

Klíčová slova: maso, indikátor, amoniak, čerstvost masa

ABSTRACT

Diploma thesis deals with the issue of freshness of meat at home. The theoretical part of the thesis describes the general level of meat in terms of its composition, storage, maturation, preservation, microbiology and legislation. The work also describes suitable packaging for storing meat and methods for measuring ammonia in meat. The practical part of the work deals with the measurement of gases released during meat storage. By the using of the sensors to store meat in the refrigerator, specific gases were monitored, especially ammonia (NH_3) and marginal nitrogen dioxide (NO_2) and carbon monoxide (CO). The results of the work try to find the limits of the applicability of a clear indicator for determining the freshness of meat at home, without the necessary knowledge of the issue for users.

Keywords: meat, indicator, ammonia, meat freshness

Chtěla bych velmi poděkovat Ing. Jiřímu Matyášovi, Ph.D. za odborné vedení diplomové práce, poskytnutí připomínek, za trvalý zájem a čas, který mi věnoval při vypracování této práce. Mé poděkování patří také mému snoubenci Luboši za velikou podporu a pomoc při mém studiu.

OBSAH

ÚVOD	9
I.....	10
TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 MASO.....	11
1.1 DEFINICE MASA	12
2 LEGISLATIVNÍ RÁMEC MASA	13
2.1 HACCP.....	13
3 SLOŽENÍ MASA	15
3.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ.....	15
3.1.1 Voda	15
3.1.2 Bílkoviny	16
3.1.3 Lipidy	17
3.1.4 Minerální látky.....	17
3.1.5 Sacharidy	18
3.1.6 Vitaminy	18
4 ZRÁNÍ MASA	20
4.1 POSTMORTÁLNÍ ZMĚNY	20
4.1.1 Autolýza masa	20
4.2 ATYPICKÝ PRŮBĚH POSTMORTÁLNÍCH ZMĚN	22
4.2.1 PSE maso	22
4.2.2 DFD maso	22
4.3 KONTAMINACE MASA PŘI JATEČNÉM OPRACOVÁNÍ	24
5 ÚDRŽNOST MASA	25
5.1 CHLADÍRENSKÉ SKLADOVÁNÍ MASA	25
5.2 ZMRAZOVÁNÍ A ROZMRAZOVÁNÍ MASA	25
5.2.1 Zmrazování masa	26
5.2.2 Rozmrazování masa	28
6 HODNOCENÍ JAKOSTI MASA.....	29
6.1 BARVA MASA	29
6.2 VAZNOST	31
6.3 KŘEHKOST MASA	33
6.4 MRAMOROVÁNÍ MASA	33
7 SKLADOVÁNÍ MASA	35
7.1 NEŽÁDOUCÍ FYZIKÁLNÍ ZMĚNY MASA V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ.....	35
7.1.1 Smršštění masa a ztráta hmotnosti	35
7.1.2 Pocení masa.....	35
7.1.3 Ztráta barvy a vývin nežádoucího aroma.....	36
7.2 NEŽÁDOUCÍ BIOCHEMICKÉ ZMĚNY MASA V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ.....	36
8 MIKROBIOLOGIE SYROVÉHO MASA.....	37
8.1 MIKROBIÁLNÍ KAŽENÍ MASA	37
8.1.1 Primární kontaminace masa	38
8.1.2 Sekundární kontaminace masa.....	38
8.1.3 Povrchové mikrobiální kažení.....	39
8.1.4 Mikrobiální kažení masa v hmotě	39
8.1.5 Kažení vakuově baleného masa	40
8.1.6 Plesnivění.....	40
8.2 KVALITA A BEZPEČNOST MASA	40
8.3 NEŽÁDOUCÍ TĚKAVÉ METABOLITY	41
8.3.1 Amoniak jako ukazatel čerstvosti masa.....	41

9	OBALY.....	43
9.1	VHODNÉ BALENÍ PRO VÝVOJ BARVY MASA	43
9.2	INTELIGENTNÍ OBALY	45
9.2.1	<i>Detekce plynů.....</i>	45
9.2.2	<i>Detekce amoniaku.....</i>	46
10	METODIKY PRO MĚŘENÍ AMONIAKU V MASE	47
10.1	STANOVENÍ AMONIAKU DLE CONWAYE.....	47
10.2	STANOVENÍ AMONIAKU IONTOVĚ SELEKTIVNÍ ELEKTRODOU (ISE)	48
10.3	STANOVENÍ AMONIAKU SPEKTROFOTOMETRICKY	48
10.4	STANOVENÍ PH MASA	48
II.	49
	PRAKTICKÁ ČÁST	49
11	CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZA	50
12	METODIKA MĚŘENÍ.....	51
12.1	POUŽITÉ PŘÍSTROJE A ZAŘÍZENÍ.....	51
12.2	ANALYZOVANÉ VZORKY MASA	51
12.3	POSTUP PŘI MĚŘENÍ VZORKŮ MASA	52
12.4	POUŽITÉ ZAŘÍZENÍ PRO DETEKCI PLYNŮ	53
13	VÝSLEDKY.....	58
13.1	VÝSLEDKY Z KONTROLNÍCH MĚŘENÍ.....	63
14	DISKUZE.....	65
	ZÁVĚR	67
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	68
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	74
	SEZNAM OBRÁZKŮ	75
	SEZNAM TABULEK.....	78
	SEZNAM PŘÍLOH.....	79
	PŘÍLOHA P I: KATALOGOVÝ LIST POUŽITÉHO SENZORU	80

ÚVOD

Maso bylo, je a bude součástí potravního řetězce téměř všech živočichů žijících na Zemi. Člověk maso konzumuje od éry hominidů, kdy kvalitní jídelníček opírající se o živočišnou stravu, jako je maso, vnitřnosti a živočišné tuky, hrály klíčovou úlohu při jejich evoluci – včetně vývoje mozku i vyšší inteligence. Maso tedy zaujímá ve výživě lidí dlouhodobě a celosvětově významnou pozici. Dnes je rozhodujícím faktorem konzumace masa především jeho kvalita.

Z nutričního hlediska se jedná o vysoce hodnotnou potravinu, zejména díky vysokému obsahu plnohodnotných proteinů a nenasycených mastných kyselin. Maso je také významným zdrojem železa, zinku, selenu a vitaminů skupiny B. Avšak bývá také často kritizováno kvůli jeho obsahu cholesterolu a obsahu živočišného tuku, kdy převažují nasycené mastné kyseliny. Z mikrobiologického hlediska se maso řadí mezi neúdržné potraviny. Jeho chemické složení a vlastnosti (zejména vysoký obsah vody a nízká kyselost) vytvářejí vhodné podmínky pro rozvoj celé řady mikroorganismů. Rychlost kažení masa lze ovlivnit dodržením optimálních teplotních podmínek při zpracování, skladování a vhodným výběrem balení. Neméně důležitým prvkem je i dodržení správné hygienické a výrobní praxe. Klíčový je i způsob a doba skladování masa u konzumentů v chladničkách, neboť prodlužující se doba skladování přináší větší riziko mikrobiologického nebezpečí.

Při rozkladných procesech masa hrají významnou roli zejména enzymy a bakterie, které degradují proteiny na těkavé plyny: ethanethiol, sirovodík a amoniak. Jedná se o těkavé organické sloučeniny, které vznikají během skladování a v průběhu kažení masa dochází k navyšování jejich koncentrace. Díky speciálním sensorům lze detekovat čpavkový plyn (a jiné analyty) již při nepatrných koncentracích a upozornit tak konzumenta na zvyšující se hodnoty amoniaku. Z pohledu zdravotní nezávadnosti a jakosti masa je jeho zvyšující se obsah nežádoucí. Jak už několik studií prokázalo, existuje zde vztah mezi biologickým kažením potravin a zvýšeným výskytem dusíkatých sloučenin, a to zejména u kuřecího a rybího masa (Matindoust, a další, 2017).

Hlavním cílem je pomocí moderního a inteligentního balení s integrovaným senzorem odhalit blížící se zkázu masa a zajistit jeho bezpečnou a hygienickou údržnost. Rovněž je záměrem zabránit alimentárním onemocněním, z hlediska ekonomického zamezit velkým finančním ztrátám a v neposlední řadě podpořit šetrnost k přírodě, neboť se může zabránit nadbytečnému plýtvání potravin.

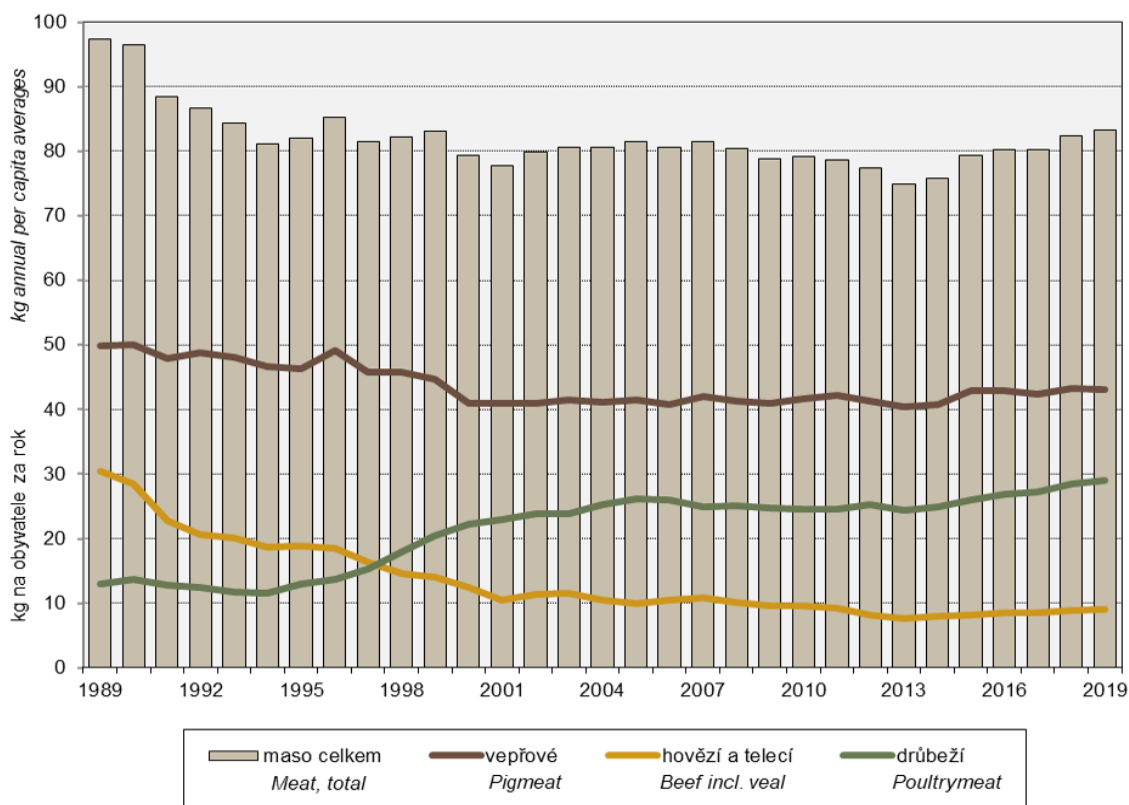
I. TEORETICKÁ ČÁST

1 MASO

Maso hrálo velmi důležitou roli v lidské výživě od nepaměti. Již v pravěku byl člověk lovcem a ulovená zvěř dostačovala k pokrytí nutričních potřeb paleolitického člověka. Ve starověkém Egyptě se uchovávaly masné výrobky solením a sušením na slunci. Římané jako první začali používat led a sníh jako prostředek k uchování masa (Pearson, a další, 1996).

Maso bylo a je oblíbenou složkou lidské stravy. Konzumuje se především pro jeho sensorické a nutriční vlastnosti. Vzbuzuje pocit sytosti a je velmi cenným zdrojem plnohodnotných bílkovin, vitamínů (zejména skupiny B), minerálních látek (železo, vápník, zinek) a nenasycených mastných kyselin. Právem je maso považováno za nenahraditelnou složku lidské výživy, i když je možné zajistit plnohodnotný jídelníček i bez masa (Kadlec, a další, 2012).

Spotřeba masa za rok 2019 se v České republice pohybuje kolem 80 kg na jednoho obyvatele včetně ryb. Vývoj spotřeby je možné shlédnout v grafu, kde je znázorněna spotřeba od roku 1989 (Český statistický úřad, 2020). Celosvětová spotřeba masa v roce 2019 byla 32 kg na osobu (OECD, 2021).



Obrázek 1: Spotřeba masa v hodnotě na kosti na obyvatele za rok (Český statistický úřad, 2020).

1.1 Definice masa

Obecně je maso definováno jako všechny části těl živočichů, včetně ryb a bezobratlých, v čerstvém nebo upraveném stavu, které se hodí k lidské výživě. Mezi maso patří také živočišné tuky, krev, droby, kůže a kosti (pokud se konzumují), ale i masné výrobky. V užším slova smyslu se masem rozumí pouze příčně pruhovaná kosterní svalovina včetně vmezeřeného tuku, nervů, cév, vazivových a jiných částí, které jsou obsaženy ve svalovině (Kadlec, a další, 2012).

Maso se také často klasifikuje na červené a bílé. Pojmy se využívají na základě barvy masa, obsahu tuku ve svalovině a druhu zvířat. Červené maso je spojováno s hovězím, vepřovým, jehněčím, kachním, husím či zvěřinou. Za bílé maso je považováno maso kuřecí, králičí, krůtí a také ryby a mořské plody (Seman, a další, 2018).



Obrázek 2: Hovězí maso (AGROFYTO, 2019)

2 LEGISLATIVNÍ RÁMEC MASA

Z pohledu kvality je bezpečnost masa primárním požadavkem. Maso nesmí být zdraví škodlivé a musí být vhodné ke konzumaci. Tento základní požadavek splňuje **Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002**, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin. Jedná se o základní legislativní předpis, kde jsou vymezeny i povinnosti provozovatelů potravinářských podniků (PPP) ve všech fázích výroby zpracování a distribuce (Eurlex, 178/2002).

Dalším významným předpisem v oblasti bezpečnosti je **Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 o hygieně potravin**. Nařízení stanovuje obecná pravidla pro hygienu potravin vztahující se k PPP a uděluje jim primární odpovědnost za bezpečnost potravin. Také je zde vytyčena povinnost provozovatele používat systém HACCP na všech úrovních potravinového řetězce (Eurlex, 852/2004).

Nařízení, jež doplňuje pravidla stanovená v č. 852/2004 je **Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu**. Toto nařízení definuje povinnosti PPP týkající se označení zdravotní nezávadnosti (Eurlex, 853/2004).

Požadavky na mikrobiologickou kvalitu masa upravuje **Nařízení komise (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny** (Eurlex, 2073/2005).

V rámci legislativy v ČR je důležitá **Vyhláška č. 69/2016 Sb. O požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich** (Zákony pro lidi).

2.1 HACCP

Zkratka HACCP neboli analýza rizika a stanovení kritických kontrolních bodů (Hazard Analysis and Critical Control Point) je označení systému, jehož kvalifikované používání vede k minimalizaci, případně až k vyloučení možných onemocnění či zdravotních poškození konzumentů potravin. HACCP uděluje povinnost provozovateli zajistit bezpečnost potravin v průběhu celého řetězce, tzn. ve výrobě, přípravě, skladování, přepravě a uvádění do oběhu. Provozovatel potravinářské podniku musí mít vytvořený a zavedený jeden nebo více stálých postupů vycházející ze zásad systému analýzy rizika (Ministerstvo zemědělství, 2009; Státní Zdravotní Ústav).

Analýza rizika je proces skládající se ze tří vzájemně propojených částí:

- hodnocení rizika;
- řízení rizika;
- sdělování o riziku.

Kdy se rizikem rozumí: „míra pravděpodobnosti nepříznivého účinku na zdraví a závažnosti tohoto účinku, vyplývající z existence určitého nebezpečí“.

PPP dále stanovuje kritické body (technologické úseky), kde se nachází největší pravděpodobnost kontaminace potravního řetězce, ať již mikrobiologická, chemická či fyzikální. Kritické body se identifikují, vyhodnocují, kontrolují a evidují. Systém se řídí zásadami správné výrobní a hygienické praxe, také podléhá verifikaci a validaci s následnou aktualizací. Osvědčeným nástrojem efektivity systému HACCP jsou interní a externí audity (Ministerstvo zemědělství, 2009; Státní zdravotní Ústav).

Z nařízení č. 852/2004 vyplývá **7 zásad systému HACCP:**

1. identifikace všech rizik
2. identifikace kritických kontrolních bodů
3. stanovení kritických limitů
4. stanovení a použití účinných monitorovacích postupů
5. stanovení nápravných opatření
6. stanovení pravidelně prováděných postupů k ověřování účinného fungování předchozích opatření
7. vytvoření dokladů a záznamů

3 SLOŽENÍ MASA

Maso má velmi proměnlivé chemické složení, složitou a různorodou histologickou strukturu, technologické a sensorické vlastnosti. Chemické složení a jeho struktura závisí na způsobu života zvířete, funkci jednotlivých částí těla, průběhu posmrtných změn, způsobu zpracování masa a na řadě intravitálních vlivů (druh zvířat, věk, pohlaví, plemeno aj.). Největší část masa tvoří příčně pruhovaná svalovina, jejíž stavební jednotkou je svalové vlákno tvořené myofibrilami. V mase je také zastoupena tuková a vazivová část. Nedílnou a přirozenou součástí jsou i kosti, které se však pro konzumaci masa většinou odstraňují (Kadlec, a další, 2012).

3.1 Chemické složení

Jatečně upravená těla (JUT) zvířat obsahují variabilní podíly svaloviny, tukových tkání a kostí. Z těchto důvodů je nejčastěji uváděno chemické složení libové svaloviny. Libová svalovina se skládá z vody, bílkovin, tuků, extraktivních látek, minerálních látek a vitaminů. Sacharidy jsou v mase zanedbatelnou složkou, proto jsou zahrnovány do sumy bezdusíkatých extraktivních látek. Důležitým kritériem při hodnocení složení masa je tzv. Federovo číslo. Federovo číslo vypovídá o poměru obsahu vody a bílkovin v mase. U syrového libového masa je poměrně stálé, jeho hodnota je kolem 3,5 (Ingr, 2003 A).

Tabulka 1: *Chemické složení libové svaloviny* (Kadlec, a další, 2012).

	Voda	Bílkoviny	Tuky	Minerální látky	Extraktivní bezdusíkaté látky	Extraktivní dusíkaté látky
Čistá svalovina	70-75 %	18-22 %	1-5 %	1-1,5 %	0,9-1 %	1,70 %

3.1.1 Voda

Voda hraje v mase důležitou roli. Zprostředkovává reakční prostředí suroviny a ovlivňuje sensorické vlastnosti masa. V libové svalovině má velké procentuální zastoupení. Obsah vody se pohybuje v rozmezí 46 – 78 %. Z technologického hlediska se rozlišuje voda volná (volné vytékání z masa) a vázaná. Z chemického hlediska se voda vyskytuje ve třech formách a je vázána různým způsobem. Nejpevněji je vázána voda povrchová neboli hydratační. Dalším typem vody je voda volná, jež má největší zastoupení v mase. Třetí formou je voda vázaná neboli strukturální, vážou ji vodíkové můstky (Kameník, 2014).

3.1.2 Bílkoviny

Bílkoviny neboli proteiny jsou nejvýznamnější výživnou složkou masa. Literatura uvádí jejich zastoupení v čisté libové svalovině v rozmezí 18 – 22 %. Z hlediska nutričního se jedná o tzv. plnohodnotné bílkoviny. Plnohodnotné bílkoviny obsahují veškeré esenciální aminokyseliny (isoleucin, leucin, lysin, methionin, fenylalanin aj.) a jsou v ideálně vyváženém poměru. Lidské tělo je dokáže velmi dobře využít, stejně jako i jiné bílkoviny živočišného původu (Ingr, 2003 A).

V jednotlivých částech masa se bílkoviny liší svým poměrným zastoupením, vlastnostmi a obsahem. Bílkoviny se rozdělují do tří skupin podle jejich rozdílné rozpustnosti ve vodě a v solných roztocích, a také podle jejich umístění ve svalových strukturách:

- **bílkoviny sarkoplazmatické** – zahrnují 50 jednotlivých bílkovin. Jsou obsaženy v sarkoplazmatu a jsou rozpustné ve vodě a slabých roztocích. Obvykle mají globulární strukturu. Největší význam v technologii masa mají hemová barviva – myoglobin a hemoglobin (Ingr, 2003 A);
- **bílkoviny myofibrilární** – tvoří strukturu myofibril a jsou rozpustné pouze v roztocích soli. Jedná se o převažující frakci bílkovin masa. Myofibrilární bílkoviny mají rozhodující funkci v průběhu posmrtných změn ve svalu, mohou značně ovlivnit vlastnosti masa, jsou zodpovědné za svalovou kontrakci a váží největší podíl vody v mase. Doposud jich bylo identifikováno více než dvacet. Mezi nejvýznamnější patří myosin a aktin, jejich spojením při posmrtných pochodech v mase vzniká aktomyozin (Kadlec, a další, 2012);
- **bílkoviny stromatické** – nejsou rozpustné ve vodě ani v solných roztocích. Vyskytují se především v pojivových vláknech tkání, tj. ve vazivech, kostech, kůži apod. Nacházejí se i ve svalové tkáni, kde tvoří membrány. Nejdůležitějším zástupcem je kolagen, který při záhřevu ve vodě bobtná. Po rozrušení příčných vazeb, přechází kolagen na rozpustnou látku – želatinu neboli glutin. Schopnost vzniku želatiny se hojně využívá v technologii zpracování masa, kdy je podstatou měknutí některých částí masa (kliška, kůže) při tepelném opracování. Této skutečnosti se využívá při kulinární úpravě. Druhou významnou stromatickou bílkovinou je elastin, jenž vytváří dlouhá a pružná vlákna (Kadlec, a další, 2012).

Významným ukazatelem jakosti masa a masných výrobků je obsah čistých svalových bílkovin. Zjišťuje se jako rozdíl mezi obsahem všech bílkovin v mase a obsahem stromatických bílkovin. Tento ukazatel jakosti je stanoven vyhláškou č. 69/2016.

3.1.3 Lipidy

V mase jsou lipidy zastoupeny z největší části jako tuky – triacylglyceroly (podílem 99 %), v menší míře se vyskytují heterolipidy (hlavně fosfolipidy) a doprovodné látky, psenapř. cholesterol. Z hlediska sensorického je tuk významným nositelem chuti (Ingr, 2003 A).

Lipidy se vyskytují ve svalovině – intramuskulární tuk, mezi jednotlivými svaly – intermuskulární tuk a jako tuk depotní – vytváří tukové tkáně (hřbetní, plstí aj.). Intramuskulární tuk pozitivně ovlivňuje křehkost a chutnost masa, a to díky lipofilním látkám, které se postupně uvolňují při tepelné úpravě (Ingr, 2003 A). Svalový tuk také způsobuje bílou kresbu na řezu svaloviny, ta se označuje jako mramorování. Mramorování je považováno za důležitý znak, díky němu je maso křehčí a má výraznější chuť (Kadlec, a další, 2012).

Při konzumaci masa mají pozitivní efekt na lidský organismus nenasycené mastné kyseliny, jako je kyselina olejová, linolová, linolenová a arachidonová. Avšak, vyskytují se pouze v malém množství. Poměrně uspokojivé zastoupení nenasycených mastných kyselin je v drůbežím mase. Maso ovšem bývá hodnoceno i negativně pro jeho vysoký energetický obsah a převahu nasycených mastných kyselin (zejména kyseliny palmitové a stearové). Z hlediska nutričních a zdravotních aspektů je často negativně nahlíženo i na cholesterol. Ve svalovině je ho obsaženo 50 – 100 mg/100 g tkáně. Nejvyšší obsah cholesterolu je v játrech, ledvinách, mozku a míše jatečných zvířat (Ingr, 2003 A).

3.1.4 Minerální látky

Minerální látky zahrnují všechny popeloviny, které byly před spálením složkami organických látek masa. Představují přibližně 1 % hmotnosti masa. Většina minerálních látek je rozpustná ve vodě. Mezi nejvýznamnější prvky v mase patří draslík, hořčík, vápník, železo, a zinek (Pipek, a další, 2001).

Tabulka 2: Obsah minerálních látek v mase na 100 g porce (Purslow, 2017).

	Hovězí maso	Kuřecí maso	Vepřové maso	Krůtí maso	Jehněčí maso	Králičí maso	Kachní maso
Vápník (mg)	7	10	17	14	12	13	11
Železo (mg)	1,9	1	0,8	1,5	1,6	1,6	2,4
Hořčík (mg)	19	23	23	25	22	19	19
Fosfor (mg)	177	198	211	195	166	213	203
Draslík (mg)	306	238	389	296	239	330	271
Sodík (mg)	58	75	52	70	59	41	74
Zinek (mg)	3,7	1,2	1,8	2,4	3,5	1,6	1,9
Selen (µg)	22,4	16,9	36,1	26,5	19,7	23,7	13,9

3.1.5 Sacharidy

Sacharidy patří mezi nesourodou skupinu extraktivních látek zastoupených v mase ve velmi malém množství. Společnou vlastností této skupiny je jejich schopnost extrakce vodou o teplotě 80 °C během analýzy nebo zpracování masa (Kadlec, a další, 2012).

Sacharidy jsou v živočišných tkání zastoupeny v malém množství, především se jedná o glykogen (živočišný škrob). Vyskytuje se v množství 0,02 – 1 % v závislosti na věku a dalších faktorech (Velíšek, a další, 2009). Glykogen hraje důležitou roli při porážení zvířat a následně v postmortálních změnách masa (Ingr, 2003 A).

3.1.6 Vitaminy

Maso je cenným zdrojem komplexu hydrofilních vitaminů skupiny B. Porce 100 g masa pokryje přibližně 25% denní potřebu riboflavinu, niacinu, vitaminu B₆ a také dvě třetiny vitaminu B₁₂. Vitamin B₁₂ je pro lidský organismus dostupný pouze z potravin živočišného původu. Lipofilní vitaminy jsou v mase zastoupeny v játrech a v tukových tkáních (Purslow, 2017).

Drůbeží a králičí maso je proslulé pro jejich vyšší obsah niacinu, 100 g masa pokryje 56% denní potřebu. Způsob kuchyňské úpravy masa ovlivňuje obsah vitaminů skupiny B, kdy vitamin B₁₂ je nejvíce náchylný ke ztrátě jeho obsahu. Děje se tak ze dvou důvodů. Zaprvé tyto vitaminy jsou rozpustné ve vodě, může tedy docházet k jejich vyluhování v průběhu vaření a zadruhé jsou tepelně nestabilní. Kratší doba tepelné úpravy sníží jejich ztráty (Purslow, 2017).

Tabulka 3: Obsah vitaminů v mase na 100 g porce (Purslow, 2017).

	Hovězí maso	Kuřecí maso	Vepřové maso	Krůtí maso	Jehněčí maso	Kraličí maso	Kachní maso	Rybí maso
Vitamin C (mg)	0	0	0,6	0	0	0	5,8	0
Thiamin (mg)	0,1	0,1	1	0,1	0,1	0,1	0,4	0,1
Riboflavin (mg)	0,2	0,1	0,3	0,2	0,2	0,2	0,5	0
Niacin (mg)	3,2	7,9	4,9	4,5	6	7,3	5,3	0,3
Vitamin B6 (mg)	0,4	0,4	0,5	0,5	0,2	0,5	0,3	0,3
Kyselina listová (μg)	6	7	5	9	23	8	25	9
Vitamin B12 (μg)	3	0,4	0,6	0,4	0,7	7,2	0,4	0,6

4 ZRÁNÍ MASA

Postmortální biochemické procesy nastávají okamžikem usmrcení jatečného zvířete. Souhrnně jsou označovány jako zrání masa (přeměna nativní svalové tkáně na maso), při němž maso nabývá požadovaných technologických, sensorických i kulinárních vlastností (Ingr, 2003 A).

4.1 Postmortální změny

Postmortální změny jsou souborem degradačních přeměn základních složek svalových tkání, především sacharidů a bílkovin. Degradální změny jsou katalyzovány nativními enzymy, přičemž rozkladné reakce jsou ireverzibilní a směřují přes jednodušší meziprodukty ke konečným produktům. Biochemické děje, které jsou katalyzovány pouze přirozeně obsaženými enzymy, jsou souhrnně označovány jako autolýza neboli samovolný rozklad. K autolýze se během zrání připojují i rozkladné děje katalyzované exogenními mikrobiálními enzymy kontaminující mikroflóru, tyto reakce jsou označovány jako proteolýza neboli kažení či hnití masa. Oba procesy se rozvíjejí bezprostředně po poražení zvířete a probíhají současně, ale s různou intenzitou (Ingr, 2003 A).

Posmrtné procesy rozhodují o aktuální jakosti masa, vytváří křehkost a údržnost masa. Znalost postmortálních procesů je velmi podstatná pro správné skladování masa, pro určení optimální zralosti, pro jeho hygienickou jakost a v neposlední řadě pro ekonomickou efektivnost jeho využití. Kromě toho dochází také k dějům, které mají za následek odpar vody a ztrátu masové šťávy (Kadlec, a další, 2012).

4.1.1 Autolýza masa

Autolýzu masa lze rozdělit na čtyři úseky, které nejsou mezi sebou ostře vytyčeny a přecházejí plynule jedna v druhou:

1. **prae rigor** – po usmrcení zvířete je adenosintrifosfát (ATP) v dostatečném množství, takže aktin a myosin jsou disociované, hodnota pH leží v neutrální oblasti 6,9 – 7,2. Maso se označuje jako „teplé“, neuvolňuje vodu, má vysokou vaznost a je vhodné ke zpracování na mělněné masné výrobky. Rigor mortis ještě nenastal (Hui, 2012);
2. **rigor mortis** (posmrtné ztuhnutí) – jedná se o hlavní fyzikálně chemickou změnu, která nastává v posmrtném svalu. Tato změna má za důsledek rostoucí

tuhnutí masa a odbourávání hlavních energetických složek svalu za jeho postupného okyselování. Roztažnost masa zůstává po určitou dobu po smrti relativně konstantní, tato část se nazývá „fáze zpoždění“. Se snižující se úrovní ATP klesá roztažnost svalu, až nabyde stádia, kdy už nedochází k dalšímu poklesu roztažnosti. Tento stav je označován jako „dokončení rigoru“. Dokončení děje odpovídá bodu, kdy je veškeré ATP vyčerpáno. Ztráta roztažnosti je způsobena pevným spojením myosinu k aktinu v tzv. aktomyosinový komplex. Tento děj je nevratný. Zároveň se v důsledku degradace glykogenu začíná tvořit kyselina mléčná a klesá hodnota pH. Pokles pH je přímo úměrný zvýšené údržnosti masa (hnilobná mikroflóra je potlačena), vaznost je však ovlivněna negativně. Rigor mortis má mnoho proměnných, jako je teplota, zásoba glykogenu, druh zvířete aj. (Hui, 2012);

3. **zrání masa** – jedná se o fázi, kdy je dosaženo požadovaných vlastností masa. Uvolňování rigor mortis je provázáno postupnou degradací kyseliny mléčné (mírně roste pH), aktinomyosinový komplex disociuje na výchozí bílkoviny, zvyšuje se vaznost svaloviny a zlepšují se sensorické vlastnosti (maso nabývá měkčí a křehčí konzistence). Bílkoviny a nukleotidy jsou odbourávány na stále nižší a nižší meziprodukty, jejichž přeměnou se vytvářejí extraktivní látky, které dodávají masu typickou chuť, texturu a vůni. Doba zrání závisí na druhu masa a jeho teplotě uchovávání. Vepřové maso zraje asi 2 – 3 dny při 0 °C, hovězí maso vyžaduje nejdelší dobu zrání asi 1 – 2 týdny. Zrání je poměrně dlouhé a z ekonomického hlediska nepříznivé, a proto se mnohdy vyskladňuje, zpracovává a distribuuje předčasně. Tato odborná chyba často negativně ovlivňuje jakost hovězího masa (Ingr, 2003 B);
4. **hluboká autolýza** – dlouhé zrání masa přechází v hlubokou autolýzu. Tento děj již není žádoucí, dochází při něm k rozkladu bílkovin a jejich degradačních produktů na nižší peptidy, aminokyseliny a na konečné rozkladné produkty (amoniak, sirovodík, sulfan, merkaptany, aj.). Maso získává nepříjemnou chuť, aroma, nastává hydrolýza tuků a často dochází i k mikrobiálnímu napadení a následné zkáze. V této fázi je maso jako potravina nepřijatelné. Hluboká autolýza se připouští pouze u zvěřiny, je-li zájem o dosažení její typické, mírně přezrálé chuti a vůně (Ingr, 2003 B).

4.2 Atypický průběh postmortálních změn

Správné zacházení se zvířaty před porážkou má obrovský dopad na kvalitu získaného masa. V dnešní době je již mnoho výzkumů, které se zabývají vlivem prostředí jatek na zvířata, investuje se do designu a dokonce i do zvířecích psychiatrů, aby zajistili správně fungující a efektivní proces zabíjení. U zvířat vnímavých ke stresu působí vlivy prostředí fyzickou i psychickou zátěž organismu. Jakmile je překročena únosná míra stresu, dochází k řadě hormonálně řízených reakcí, jako je uvolňování kortikoidních hormonů, uvolňování adrenalinu, noradrenalinu a thyroxinu. Faktem zůstává, že pokud se během porážky a chlazení zničí funkční kvalita masa, nevynahradí to ani použitá aditiva či moderní vybavení v technologickém provozu. Důležitým bodem je zajištění co nejmenšího stresu zvířat před porážkou (Steinhauser, 1995).

Od normálního průběhu posmrtných změn v mase se výrazně odlišují dva případy, kdy se vzhledem k vlivům prostředí urychluje glykolýza a glykogen je odbouráván na kyselinu mléčnou. Pokud tato tvorba nastane až po vykrvení zvířete a kyselina mléčná zůstane ve svalu, jedná se o PSE maso. Jestliže nastane již před vykrvením, kdy je kyselina mléčná vyplavena krví ze svalu, jedná se o DFD vadu masa (Feiner, 2006).

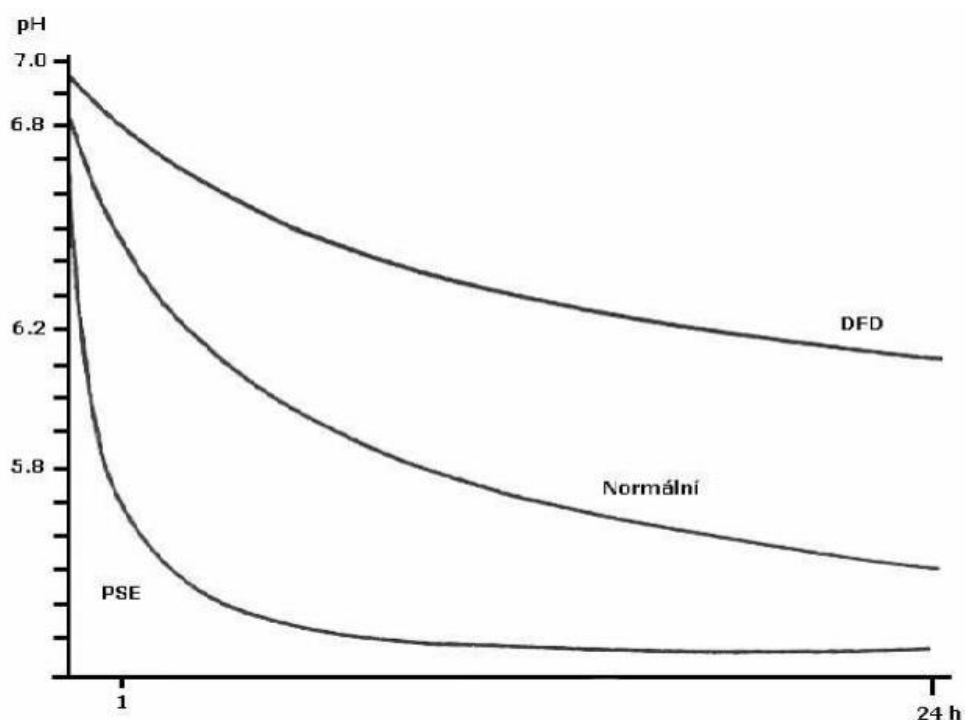
4.2.1 PSE maso

Zkratka PSE znamená: pale = bledé, soft = měkké, exudative = vodnaté maso. Vada se vyskytuje převážně u vepřového masa, ale i u drůbeže. Nejvíce jsou postižené vysoce hodnotné kusy masa, jako jsou pečeně, kýty, stehna a hřbety. Hranice mezi „normálním“ masem a masem PSE není jasně vyhraněná. Vada se vyznačuje kombinací dvou faktorů najednou: prudký pokles pH ihned po porážce a vysoká teplota masa nad 37 °C, kdy dochází k částečné denaturaci bílkovin. Délka myozinového vlákna je během denaturace snížena o 8 – 10 %. Denaturované bílkoviny nedokáží dobře zadržovat ani vázat svalovou vodu. Maso je vodnaté, bledé a měkké (Feiner, 2006).

4.2.2 DFD maso

Zkratka DFD znamená: dark = tmavé, firm = tuhé, dry = suché, také je známé jako „tmavě nakrájené“ maso. Vada se vyskytuje především u hovězího a jehněčího masa, nicméně dnes tento charakter vady mohou vykazovat i některá prasata. Ve svalu po porážce zůstává jen malé množství glykogenu, a tak v průběhu rigor mortis není produkována skoro žádná kyselina mléčná. To má za následek nedostatečný pokles pH uvnitř masa po porážce,

po 36 hodinách je pH v masě stále kolem 6,0 – 6,2. Někdy se tento stav nazývá jako neúplný rigor mortis. Mezi aktinem a myosinem se vytvoří méně příčných vazeb a proteinové molekuly mezi sebou nejsou tak pevně vázány jako u normálního masa nebo u PSE vady. DFD maso po dokončení rigor mortis má uzavřenou strukturu a vykazuje pouze malé mezery mezi svalovými filamenty. Kvůli nedostatečnému okyselení svalové tkáně je maso náchylné ke kažení a jeho trvanlivost je zkrácena, protože nabízí příznivé podmínky pro růst různých druhů bakterií (Feiner, 2006).



Obrázek 3: Grafické znázornění průběhu hodnot pH DFD masa, vepřového masa jakosti normální a PSE masa v prvních 24 hodinách post mortem (Hrabě, a další, 2006).

Tyto vady masa mají závažné jakostní a ekonomické důsledky pro spotřebitele i masný průmysl. Nejčastějšími faktory způsobující stres a onemocnění kosterních svalů je genetická dispozice zvířat, přeprava, hladovění, způsob chovu, předporážkové ustájení, doba pobytu na jatkách, jatečná technologie aj. (Adzitey, a další, 2011).

4.3 Kontaminace masa při jatečném opracování

Kontaminace masa mikroorganismy (MO) nastává z vnějšího prostředí v okamžiku porážky, kdy je svalovina prakticky sterilní. Nebezpečí kontaminace hrozí při a po bourání masa. Dělicí řezy několikanásobně zvětšují plochu masa a rizikovými kusy se stává i kůže, tuková tkáň či pojivová tkáň. Maso již ztratilo obranyschopnost na základě své kyselosti, protože kyselina mléčná je již v této fázi degradována. Důležitou roli hraje i samotná teplota masa a teplota okolního prostředí (Ingr, 2003 A).

Kontaminace masa probíhá ve třech na sebe navazujících fázích (Ingr, 2003 A):

- **povrchové osliznutí masa** – začíná masivním pomnožením banální mikroflóry na jeho povrchu. Mikrobiální enzymy rozkládají složky masa na degradační produkty (amoniak, aminy, merkaptany, sirovodík aj.), které spolu s mikroby vytvoří tenkou povrchovou vrstvu slizu s barevným odstínem a typickým hnilobným zápachem. Pokud je tato fáze zachycena včas, lze se povrchového slizu zbavit (omytím) a maso bez větších ztrát dále zpracovávat;
- **povrchová hniloba** – nastává, pokud povrchové osliznutí masa nebylo zachyceno včas. Povrchová mikroflóra proniká do hloubky masa a mikrobiální enzymy způsobují rozklad bílkovin. V tomto případě lze maso stále zachránit od postižené části (konfiskát);
- **hluboká hniloba** – jedná se o mikrobiální napadení a kažení masa v celém jeho rozsahu, kdy veškeré maso musí být zkonfiskováno.

5 ÚDRŽNOST MASA

Aby nedocházelo k rychlé zkáze masa po porážce (viz kapitola kontaminace masa při jatečném opracování) je nutné zajistit vhodné podmínky skladování, tedy co nejdříve dosáhnout potřebných nízkých teplot pro uchování masa. Případně se využívá doplňujících konzervačních zákroků, jako například snížení pH, snížení aktivity vody, použití vhodného obalu či úprava atmosféry v obalu nebo ve skladovacím prostoru. Pro dlouhodobé skladování se maso zmrazuje, pro krátkodobé skladování se používají teploty nad bodem tuhnutí – chladírenské teploty (Kadlec, a další, 2012).

5.1 Chladírenské skladování masa

Maso musí být vychlazeno ihned po jatečném opracování, aby se zabránilo jeho zkáze. V EU je požadováno chlazení na teplotu pod 7 °C, pro jeho delší údržnost je však potřeba ho uchovávat při teplotě kolem 0 °C. Jedná se pouze o krátkodobé chladírenské skladování v délce maximálně několik týdnů.

Chladírenské skladování zamezí růstu psychrofilních mikroorganismů, to vyžaduje nízkou aktivitu vody na povrchu a nízkou relativní vlhkost prostředí. Na druhé straně je potřeba držet relativní vlhkost co nejvýše s ohledem na hmotnostní ztráty masa. Rychlost zchlazování by z hlediska údržnosti masa měla být co možná nejvyšší, je však limitována chladovým zkrácením. Jedná se o biochemický děj, který při rychlém chlazení způsobí, že se maso stane nevratně tuhým (Kadlec, a další, 2012).

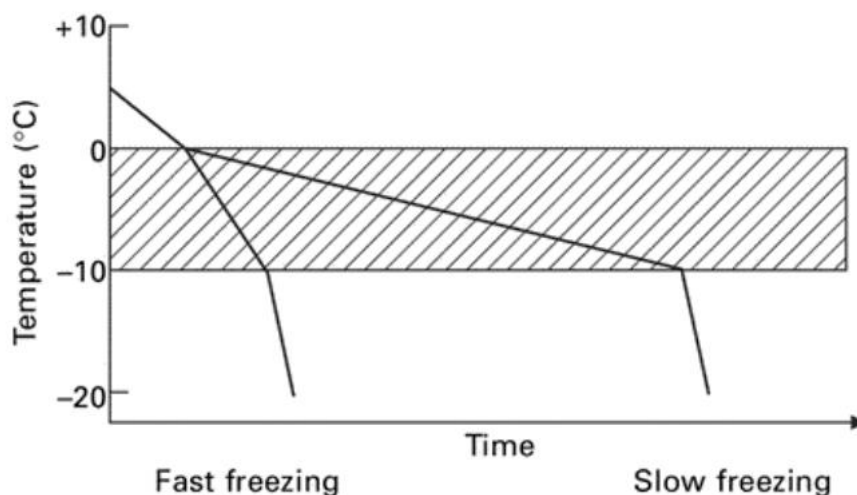
5.2 Zmrazování a rozmrazování masa

Pro dlouhodobé skladování masa se využívá technika zmrazení, je to jediný způsob jak bezpečně manipulovat a distribuovat maso po celém světě. Způsob a podmínky zmrazování jsou důležitým faktorem mající vliv na senzorickou jakost masa. Růst bakterií se zastavuje kolem teploty -12 °C, nedochází však k jejich zabití. Zmrazování tedy nezlepšuje mikrobiologický stav masa (Feiner, 2006).

Způsob rozmrazování masa závisí na způsobu zmrazování, biochemických procesech v mase, době jeho zmrazování a na uplatnění zmrazeného masa. Rychlost rozmrazování by měla být přizpůsobena rychlosti zmrazování, aby nedocházelo k nadbytečnému uvolňování masové šťávy (Pohunková, 1997).

5.2.1 Zmrazování masa

Maso by mělo být zabaleno nebo přikryto fólií, aby nedocházelo k popálení mrazem. Balení také zabraňuje dehydrataci povrchu masa a působí jako ochrana proti kontaminaci během jeho manipulace. Mrazením se buněčná voda přeměňuje na led, tento proces je energeticky velmi náročný. V první fázi dochází k poklesu teploty uvnitř chlazeného masa od 4 do 0 °C, jedná se o poměrně rychlý proces. Dále se snižuje teplota od 0 do -10 °C, tato fáze trvá velmi dlouho a dochází k velké spotřebě energie (Feiner, 2006). V důsledku stále se zvyšující koncentrace soli ve zbytkovém roztoku klesá aktivita vody (a_w – dosažitelná voda pro MO a aktivitu enzymů) a mikroorganismy jsou bržděny v množení (Kadlec, a další, 2012). Většina vody je již přeměněna v led a dochází ke třetí a zároveň poslední fázi, teplota klesá do -18 °C, viz následující obrázek:



Obrázek 4: Přehled průběhu snižování teplot během zmrazení masa (Feiner, 2006).

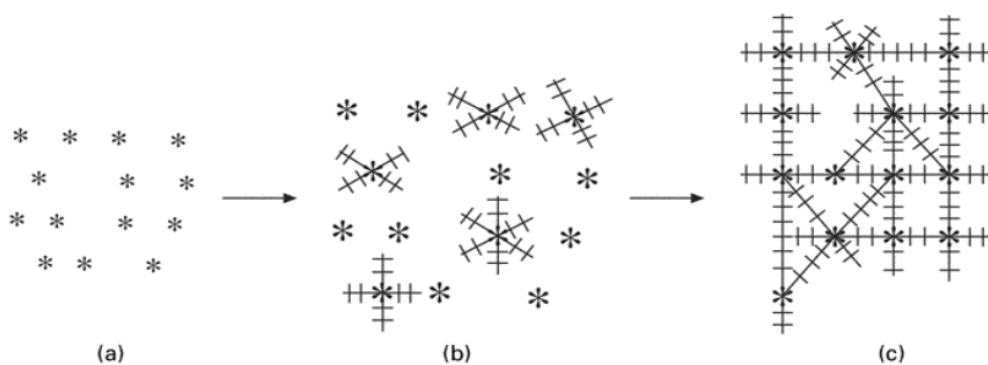
Bod mrazu vody ve svalové tkáni není přesně definovaný s ohledem na koncentraci rozpuštěných solí a osmotický tlak. Maso tedy není zmrazeno najednou ale postupně. První podíl masa začíná mrznout kolem teploty -1,2 °C. Ani při hodnotách -18 °C není všechna voda zmrazena a zhruba 1 – 1,5 % vody zůstává v nezměněném stavu v buňkách (Feiner, 2006).

Teplota v mrazírnách $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ umožňuje skladovat hovězí maso po dobu jednoho roku, u vepřového masa je to půl roku. Obecně jsou v praxi výhodnější ještě nižší teploty pro skladování, například až $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$. Doba skladování není pevně stanovena, určující jsou fyzikální a chemické změny, které probíhají ve zmrazeném masu. Při dlouhodobém mrazírenském skladování dochází ke zhoršení jakosti (sublimace vody na povrch), ke změně barvy v důsledku oxidace hemových barviv a ke změně aromatu (oxidace tuků). Většinou se maso zmrazuje po odeznění rigor mortis (Kadlec, a další, 2012).

S ohledem na kvalitu masa je velmi důležitá rychlost zmrazování, jež ovlivňuje tvorbu ledových krystalů. Čím nižší je rychlost zmrazování, tím větší je velikost ledových krystalů. Během pomalého zmrazování se tvoří krystalky ledu v mezibuněčném prostoru, ty rostou do větších rozměrů úměrně rychle, tak, jak k nim přitéká voda z intracelulárního prostoru. Koncentrace solí není v rovnováze, a tak voda přechází za pomoci difuze z intracelulárního prostředí do extracelulárního = mezibuněčného (za účelem rovnovážného stavu buňky). Dochází k chemickému poškození buňky z důvodu zvyšování koncentrace soli v extracelulárním prostoru, dále nastává i fyzické poškození buňky z důvodu zamrznání vody v extracelulárním prostoru a v neposlední řadě je buňka narušena i mechanicky, kdy krystalky ledu působí tlakem na buněčnou membránu a zapříčiní její poškození.

Krystalizace ledu probíhá ve třech stádiích:

- v první fázi se vytvoří malé izolované krystalky ledu;
- v druhé fázi se malé krystalky ledu zvětšují, protože na sebe navazují okolní vodu;
- ve třetí fázi se vytvoří velké sítě ledových krystalů.



Obrázek 5: Tvorba ledových krystalů: (a) malé izolované krystaly; b) větší ledové krystaly; c) velké spojené ledové krystaly (Feiner, 2006).

Během rychlého zmrazení dochází k vytvoření pouze malých krystalků o stejné velikosti a to ve velkém počtu, voda v mezibuněčném prostoru nezamrzá, stejně tak jako koncentrace solí i dalších látek zůstává v rovnováze (nedochází k difuzi). V důsledku toho nenastane rozrušení buněčných membrán (Feiner, 2006).

V technologickém procesu se využívá různých způsobů zmrazování, např. šokové (medium – tekutý dusík, glycerol), kontaktní zmrazení, hluboké zmrazení (-30°C až -40°C), zmrazení chladným vzduchem (-40°C, rychlost proudícího vzduchu je 1,5 – 6 m/s) či kryogenní nebo vysokotlaké zmrazování.

5.2.2 Rozmrazování masa

Tání masa probíhá pomaleji než mražení, mělo by probíhat při nízkých teplotách (0 – 5 °C) a pomalu, z důvodu zpětného navázání vody bílkoviny a taky proto, že voda je méně vodivá než led. I tak ale dochází při rozmrazování masa k uvolňování masové šťávy. Velké kusy masa vyžadují dlouhou dobu na rozmrazení, protože voda obklopující ledové jádro masa působí jako bariéra proti jeho tání. Na povrchu masa se tak snáze mohou množit mikroorganismy a následně dochází k jeho zkáze. Při tání masa se nelze vyhnout hmotnostním ztrátám a poklesu nutričních i sensoricky cenných látek (Feiner, 2006).

Maso se rozmrazuje ve speciálních místnostech s možností regulace teploty, relativní vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu (Ingr, 2003 A). Enzymatické a jiné pochody se v mase zastaví pouze po dobu jeho zmrazení. Po rozmrazení opět probíhají a často je jejich průběh rychlejší a intenzivnější než v čerstvém mase. To může zapříčinit rychlejší zkázu masa, proto se rozmražené maso znovu nezmrazuje a musí být co nejdříve tepelně zpracováno (Pohunková, 1997). Tento fakt je podpořen i Ingrem (2003 A), který tvrdí, že obecně je nutné rozmražené maso co nejrychleji tepelně zpracovat nebo ho lze uchovávat při chladírenských teplotách po velmi krátkou dobu, nejvýše 2 – 3 dny.

6 HODNOCENÍ JAKOSTI MASA

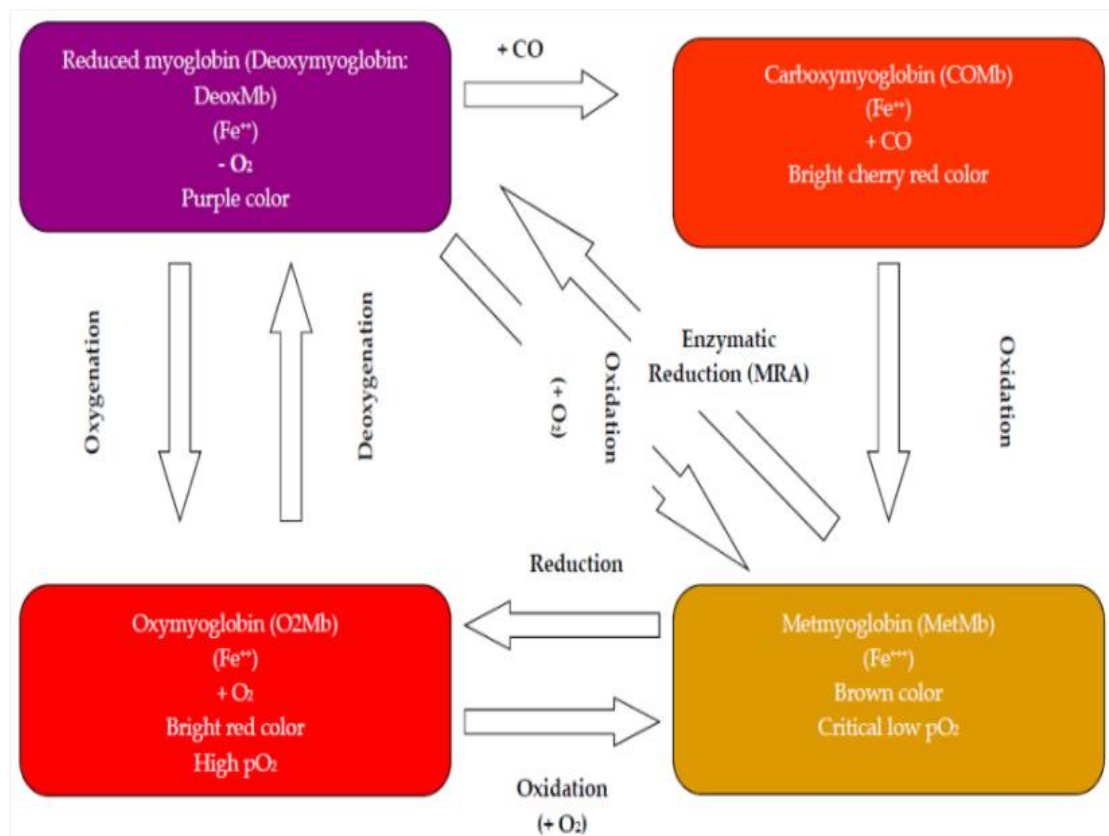
Kvalita a bezpečnost masa přímo souvisí se zdravím spotřebitelů a dobrými životními podmínkami pro zvířata (welfare). Jedná se o velké téma pro masný průmysl na celém světě. Konzumenti masa vyžadují chutné, bezpečné a výživné maso s prodlouženou trvanlivostí. Není jednoduché splnit všechny tyto požadavky, a tak se v masném průmyslu vyvíjí řada analytických technik pro hodnocení kvality a bezpečnosti masa. Většina konvenčních metod a technik již nejsou vyhovující z různých důvodů, např. složité používání v praxi, vysoká cena, zdlouhavé vyhodnocování nebo neschopnost selektivnosti (Biswas, a další, 2020). Omezení těchto metod také spočívá ve schopnosti vzorkování pouze malé plochy nebo malého počtu produktů, a proto se nehodí pro vysokorychlostní výrobní procesy (Elmasry, a další, 2012). Budoucnost by měla přinést alternativní metody, které budou snímat a vyhodnocovat různé kvalitativní parametry ze svaloviny masa, a to rychle, snadno a nedestruktivně.

Kontrola kvalit masa závisí na úplném pochopení komodity ve všech fázích existence – tedy od počátečního vývoje a růstu organismu, přes porážku zvířete až po konečné zpracování masa, přípravu, distribuci, vaření a jeho samotnou konzumaci. U masa se posuzují hlavní znaky jakosti, jako je barva, mramorování, schopnost zadržovat vodu, ztráta šťávy/vody, pH, vlhkost a křehkost masa.

6.1 Barva masa

Vzhled masa je první a rozhodující indikátor pro vnímání jakosti, proto je barva masa považována za nejdůležitější senzoričnou vlastnost čerstvého masa. Barva masa se liší podle koncentrace a redoxního stavu hemových pigmentů (Purslow, 2017). Myoglobin je považován za základní hemový pigment. Ve své molekule obsahuje atom železa (dvojmocné železo Fe^{2+}), na který se dokáže navázat kyslík a maso tak získá jasně červenou a „čerstvou“ barvu (Kameník, 2016 A). Myoglobin se vyskytuje ve třech redoxních formách (oxymyoglobin, deoxymyoglobin, metmyoglobin – trojmocné železo Fe^{3+}), které se v souvislosti s dostupností kyslíku různě prolínají (Purslow, 2017).

Zastoupení myoglobinu se mění v závislosti na druhu zvířat (hovězí maso má více myoglobinu než vepřové a kuřecí má méně myoglobinu než vepřové maso) a je ovlivněno i druhem svalu (dle složení svalových vláken). Červená svalová vlákna – červené svaly (např. žvýkácké svaly) obsahují více myoglobinu než bílá svalová vlákna – bílé svaly (vepřová kotleta, pečeně), (Kameník, 2016 A).



Obrázek 6: Cyklus barvy čerstvého červeného masa (Djenane, a další, 2018).

Ztráta barvy nastává například při uchovávání masa v nadměrném vlhku, kdy nabobtnají kolagenové vlákna v pojivové tkáni a následně se stanou neprůhlednými. Maso tak získá matný a neživý vzhled. Ztráta barvy JUT může být také způsobena dehydratací nebo nepřiměřenou oxidací (zejména u hovězího masa). Svalová tkáň má tendenci na vzduchu zhnědnout, protože se myoglobin mění na hnědý pigment – metmyoglobin (Gracey, a další, 2015). Ten dále podléhá oxidaci za vzniku zelených barviv. Díky denaturaci globinu i tepelné opracování změní barvu masa z hnědé na šedohnědou. V technologickém průmyslu se u masných výrobků používají dusitany nebo dusičnany pro udržení žádoucí barvy (Pipek, 1993).

Další hemové pigmenty jako hemoglobin a cytochrom C mohou také hrát svou roli (zejména u vepřového, hovězího a jehněčího masa), avšak méně podstatnou (Elmasry, a další, 2012). Nejvíce myoglobinu obecně obsahují tmavší a červenější masa. Obsah myoglobinu se liší u různých druhů a typů svalových vláken a zvyšuje se současně s věkem zvířat.

Barva je také významně ovlivněna rychlostí a rozsahem posmrtného energetického metabolismu. Bledé maso je spojováno s rychlým poklesem pH ($\text{pH} < 5,4$), zatímco tmavé maso s vysokým pH ($\text{pH} > 6,0$). V důsledku abnormálně nízkého pH ztrácí některé bílkoviny schopnost vázat vodu. Voda migruje zevnitř svalových vláken do mezibuněčného prostoru, což zvyšuje odraz světla (světlo proniká pouze do malé hloubky). Nízké pH má i za následek ztrátu velkého množství ve vodě rozpustných proteinů včetně myoglobinu, výsledkem je světlejší barva masa. Tento jev se projevuje zejména u PSE masa. Naopak při vysokém pH barva masa vypadá tmavší, jelikož dochází k nižší ztrátě bílkovin a denuraci. V návaznosti na to se zvyšuje absorbance a světlo se méně odráží (Purslow, 2017).

6.2 Vaznost

Vaznost je schopnost masa zadržet veškerou vnitřní i přidanou vodu (water holding capacity – WHC) pod vnějšími silami a během mechanického zacházení, jako je řezání, krájení, lisování, ohřívání aj. Jedná se o důležitý atribut kvality, protože ovlivňuje výtěžnost a jakost masných výrobků. WHC ovlivňuje šťavnatost, pevnost, křehkost i barvu masa (Elmasry, a další, 2012).

Vaznost se vyjadřuje jako podíl vody vázané (povrchová a imobilizovaná) k celkovému obsahu vody v mase. Svalová tkáň obvykle obsahuje asi 70 – 75 % vody. Asi 85 % této vody je umístěno hlavně mezi tenkými a tlustými myofibrily a zbylých 15 % se nachází v mezibuněčném prostoru. Schopnost masa zadržet vodu je důležitá z technologického i ekonomického hlediska (Elmasry, a další, 2012).

Velká část vody je zachycena ve skruktuře buněk, včetně intra a intermyofibrilárního prostoru, kdy hlavně intracelulární prostor ovlivňuje schopnost svalu zadržovat vodu. Voda je zejména zadržována uvnitř myofibril, mezi myofibrilami nebo mezi myofibrilami a buněčnou stěnou – sarkolema. S průběhem rigoru se zmenšuje prostor ve svalovém vláknu a tekutina je vytlačována do intermyofibrilárního prostoru, kde snáze dochází ke ztrátě vody odkapem (Huff-Lonergan, a další, 2005).

Vaznost masa je považována za spolehlivý indikátor pro ztrátu hmotnosti, která činí v průměru 1 – 3 %, u masa s vadou PSE dosahuje ztráta až 10 % (Melody, a další, 2004). Ztráta hmotnosti nastává i během skladování masa a závisí na vlhkosti prostředí. Čím je sušší vzduch, tím dochází k rychlejšímu odpařování vody (Gracey, a další, 2015). Kromě ztráty hmotnosti dochází i k významné ztrátě bílkovin (Huff-Lonergan, a další, 2005). Pro určení objemu ztráty vody se používá řada technik, mezi nejvyužívanější patří určení ztráty odkapem, ztráta vody při vaření/ohřevu, metoda odstředivé síly nebo ztráta vody při rozmrazování masa. Metody jsou poměrně jednoduché, ale časově náročné a destruktivní (Elmasry, a další, 2012).

Vaznost masa je ovlivňována řadou fyzikálních a biochemických faktorů, jako je rychlost a rozsah poklesu pH, průběh posmrtné proteolýzy, obsah dvojmocných kationtů, obsah soli, intravitální, genetické a předporážkové vlivy i oxidace bílkovin.

Často nastává změna vaznosti masa z důvodu poklesu pH (během přeměny svalu na maso), kdy se ve tkáni hromadí kyselina mléčná. Jakmile pH dosáhne izoelektrického bodu (obecně je pH izoelektrického bodu 5,1 – 5,2, myosin – 5,4), jsou ovlivněny funkční skupiny bílkovin. Volný sumární náboj proteinů je nulový a maso dosahuje nejmenší možné vaznosti. Vaznost masa je pak možné ovlivnit úpravou do kyselé či zásadité oblasti (Huff-Lonergan, a další, 2005).

Další proměnou ovlivňující vaznost masa, je zvýšená oxidace myofibrilárních proteinů. Ta nastává v posmrtném svalu během zrání a má za následek přeměnu některých aminokyselinových zbytků včetně histidinu na karbonylové deriváty a může způsobit formaci vnitřních nebo vnějších disulfidových můstků (Martinaud, a další, 1997). Obě tyto změny snižují funkčnost proteinů = snižují vaznost. Rychlost oxidace ve svalové tkáni se liší dle manipulace s jatečně upravenými těly a vzniká na základě rozdílné stravy, druhu plemene, předsmrtného stresu, způsobu manipulace s JUT aj. (Juncher, a další, 2001).

6.3 Křehkost masa

Ze všech kvalitativních parametrů masa je křehkost nejhůře měřitelná a stanovitelná, avšak je spotřebiteli považována za nejdůležitější atribut sensorické kvality spolu se šťavnatostí a chutí zejména u hovězího masa. Technologický stroj pro objektivní měření není pokaždé schopen rozpoznat veškerou texturní charakteristiku masa, a tak je v praxi nejpřesnější lidské subjektivní (sensorické) měření. Křehkost se nejčastěji vyjádří silou, která je potřeba k ukousnutí kusu masa nebo se pozoruje odolnost masa vůči zubům. Objektivně se křehkost hodnotí jako síla ve stříhu [N], naměřená podle Warner-Bratzlerova testu.

Křehkost masa značně souvisí se strukturou a s biochemickou aktivitou svalu v období mezi porážkou a konzumací masa. Struktura masa je složitý komplex, který je popisován jako: tvrdý, pevný, snadno dělitelný, soudržný, pružný, kašovitý, moučný nebo drobný (Kerth, 2013). Na křehkost masa má vliv také pohlaví, věk, plemeno, namáhání zvířete před porážkou i posmrtné zacházení s masem (Muchenje, a další, 2009).

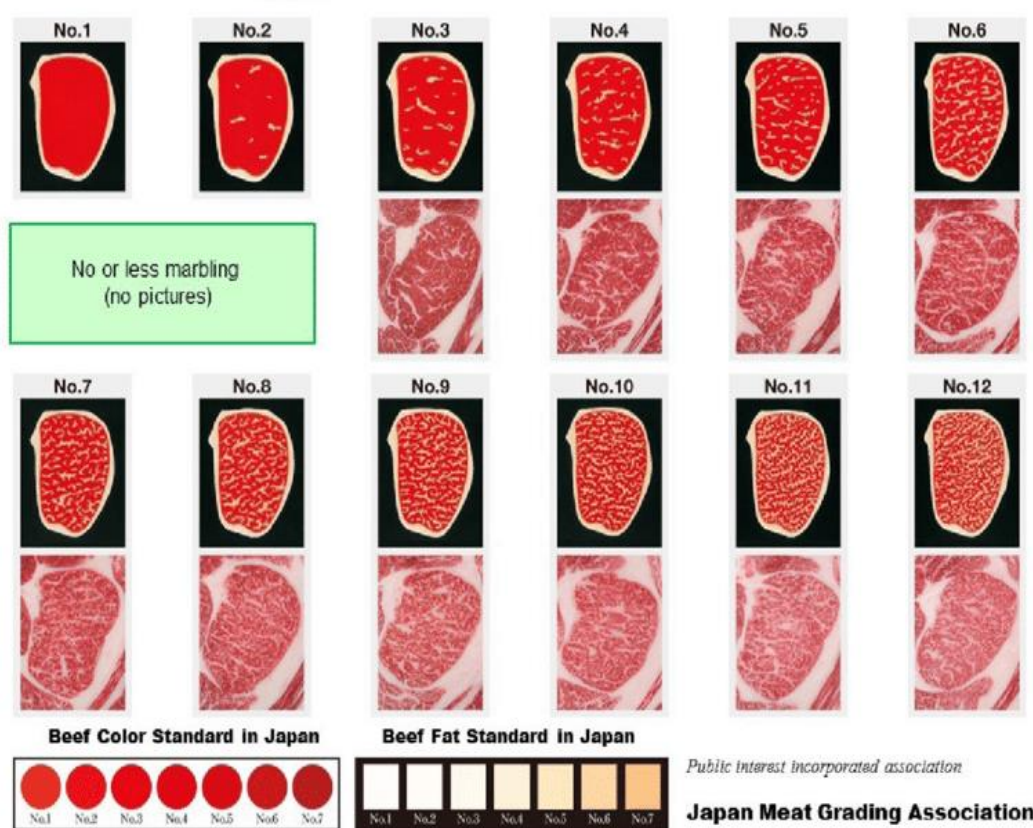
6.4 Mramorování masa

Na jakost masa má také vliv mramorování, zejména u hovězího. Mramorování je definováno jako prostorové rozložení viditelných bílých skvrn tuku přítomných uvnitř libového svalu (Cheng, a další, 2015). Dle Elmasryho (2012) patří mramorování mezi nejdůležitější znaky určující kvalitu masa. Optimální rozmezí intramuskulárního tuku je 2,5 – 4,5 %, v tomto rozmezí má tuk pozitivní vliv na kvalitu základních faktorů masa (Albrecht, a další, 1996). Vhodná stupňovitost mramorování má příznivý vliv na šťavnatost, křehkost, chutnost a aroma masa (Thompson, 2004).

Systémy třídění jakosti hovězího masa v mnoha zemích (zejména USA, Austrálie, Japonsko, Korea) zahrnují stupeň mramorování jako nedílnou součást hodnocení kvality. Tyto země stanoví vlastní standardy pro stupeň mramorování, z nichž se většinou zohledňují preference spotřebitelů. Ve Spojených státech hodnotí stupeň mramorování oficiální srovnávače u svalu mezi 12. a 13. hrudním obratlem a mramorování se pohybuje od 2,5 až do 11 %. V Austrálii je mramorování hovězího masa klasifikováno do 9 stupňů u svalu mezi 5. a 13. hrudním obratlem. A podle japonského standardu pro třídění JUT je mramorování měřené u svalu mezi 6. a 7. hrudním obratlem klasifikováno do 12 stupňů (viz obrázek č. 5). Standard mramorování hovězího masa – BMS (beef marbling standard) se pohybuje od 4 do 39 % (Lee, a další, 2019).

Obecně je skóre mramorování masa určováno vizuálním hodnocením vyškolenými hodnotiteli pomocí BMS. Pro zlepšení přesnosti třídění jakosti masa a pro spokojenost spotřebitelů, se dnes již vyvíjejí metody, na základě kterých bude možné určit stupeň a vlastnosti mramorovaných skvrn objektivně (Lee, a další, 2019).

Čím vyšší je množství vizuálního tuku, tím má maso vyšší hodnotu (Harper, a další, 2001), kdy vyššího skóre mramorování lze dosáhnout v dlouhých výkrmových obdobích. Spotřebitelé v mnoha zemích, zejména v Japonsku a Koreji upřednostňují rovnoměrně rozložené mramorování masa (Lee, a další, 2019).



Obrázek 7: Standard pro mramorování hovězího masa v Japonsku (Gotoh, a další, 2018).

7 SKLADOVÁNÍ MASA

Primárním účelem uchovávání potravin je zabránit jejich znehodnocení. Při mírném či extrémním kažení masa je hlavní příčinou působení mikroorganismů – bakterie, plísňe, kvasinky. Základním principem skladování masa je vytvoření nepříznivých podmínek pro růst nebo život nežádoucích MO, a to například použitím tepla, chladu, zabránění dostupnosti vody a kyslíku, zvýšením osmotického tlaku nebo okyselením prostředí. Maso lze také pro jeho bezpečnou konzumaci a uskladnění zakonzervovat: sušením, mražením, uzením, pomocí chemikálií (oxid siřičitý), solením, ozařováním nebo vysokým tlakem (Gracey, a další, 2015).

7.1 Nežádoucí fyzikální změny masa v průběhu skladování

Během skladování masa při nesprávné hygienické a výrobní praxi prochází maso určitými nežádoucími povrchovými změnami. Mezi nejběžnější patří smrštění masa, ztráta hmotnosti či barvy, pocení a výskyt nepříjemného aroma (Gracey, a další, 2015).

7.1.1 Smrštění masa a ztráta hmotnosti

Ke smrštění a ztrátě hmotnosti dochází v důsledku odpařování vody z povrchu masa. Vysoká vlhkost prostředí zabraňuje hmotnostním ztrátám, ale podporuje tvorbu plísni, proto musí být udržována rovnováha mezi teplotou a vlhkostí. Nejlepší možnou ochranou proti růstu nežádoucích MO je suchý, nepropustný film na povrchu JUT (Gracey, a další, 2015).

7.1.2 Pocení masa

K pocení dochází kondenzací vodní páry u masa přivezeného z chladírenských skladů do prostor s pokojovou teplotou. Chlazené JUT snižuje teplotu vzduchu pod rosný bod a dochází k pocení masa. V letních měsících je rosný bod kolem 7 ° C a na JUT se drží vlhkost daleko více než v zimních měsících, kdy je rosný bod kolem 4,5 ° C (Gracey, a další, 2015).

7.1.3 Ztráta barvy a vývin nežádoucího aroma

Maso při kontaktu se vzdušným kyslíkem zčervená (díky navázání kyslíku na dvojmocné železo), tento stav trvá jen krátce. Za několik hodin se barva změní z červené na hnědočervenou, po pár dnech v lednici se z hnědé stane až šedohnědý tón. Dochází k tomu z důvodu oxidace dvojmocného železa na trojmocné (Fe^{3+}). Vyskytuje-li se metmyoglobin v zastoupení 50 – 60 % z celkového obsahu myoglobinu, způsobuje nahnědlou barvu masa. Od 70 % obsahu metmyoglobinu je již maso hnědé. Hnědé maso již nelze považovat za čerstvé (Gracey, a další, 2015).

Barva masa se může měnit i v důsledku činnosti bakterií. Některé bakterie tvoří peroxid vodíku, který rozkládá myoglobin. Jiné mikroorganismy uvolňují sirovodík a sulfan. V návaznosti na tyto děje se mění myoglobin z červeného pigmentu na šedozelený. Barevné změny způsobené nadměrným bakteriálním růstem jsou vždy doprovázeny i dalšími smyslovými změnami – vývin nepříjemného aroma (hnilobné, nakyslé) a určitý stupeň povrchového osliznutí (Kameník, 2016 A).

7.2 Nežádoucí biochemické změny masa v průběhu skladování

Doba skladování závisí také na chemických změnách, které probíhají zejména v tucích. I nepatrné žluknutí tuku je nežádoucí. Stav tuku určuje délku možného skladování masa, protože zatímco se svalová tkáň může zlepšovat s časem – zrání masa, oxidace tuku může způsobit zkázu a znehodnocení masa (Gracey, a další, 2015).

8 MIKROBIOLOGIE SYROVÉHO MASA

Bakteriální stav masa závisí na řadě faktorů, jako je např. kondice zvířete během porážky, úroveň mikrobiální kontaminace v průběhu porážky a následného zpracování, přítomnost vzduchu, teplota během skladování, atmosféra balení a distribuce.

Čerstvé maso je považováno za výživný a lehce dostupný substrát umožňující mikrobiální růst. Jedná se o zdroj veškerých živin (cukry, aminokyseliny, vitamíny, voda, kofaktory atd.). Hodnoty pH (kolem 7) a a_w (0,98 – 0,99) jsou velmi příznivé pro veškerou kontaminující mikroflóru (Gracey, a další, 2015; Owen, 1984). Maso je tedy náchylné ke kažení a často se stává zdrojem mikroorganismů způsobující alimentární onemocnění. Rybí maso je ještě více náchylné ke kažení kvůli přítomnosti endogenních enzymů a psychrofilních MO, které se mohou množit i v chladírenském prostředí (Wu, a další, 2019).

Maso je osídleno širokou škálou bakterií, některé z nich mají pozitivní roli, jiné hrají významnou roli při kažení masa nebo se řadí mezi patogenní MO (Gracey, a další, 2015). Mikroby v mase nejen přežívají, ale za vhodných podmínek se rychle množí a svou lipolytickou, sacharolytickou a proteolytickou aktivitou způsobují jeho zkázu. Rozkladnou činností dochází ke smyslovým změnám, snížení nutriční hodnoty a vznikají metabolické produkty schopné ohrozit lidské zdraví (Steinhauser, 1995).

8.1 Mikrobiální kažení masa

Kažení masa je komplexní událost, při které biologické a chemické reakce učiní maso nepřijatelné pro lidskou spotřebu (Gram, a další, 2002). Kromě oxidace lipidů a enzymových reakcí (autolytické změny) způsobují kažení masa převážně mikroorganismy (Doulgeraki, a další, 2012). Během kažení masa dominují proteolytické a následně lipolytické procesy. Nízkomolekulární sacharidy a dusíkaté látky obsažené v mase slouží jako živiny pro mikroorganismy, poté dochází ke štěpení bílkovin extracelulárními enzymy. Vznikají tak peptidy a aminokyseliny, které jsou MO odbourávány a resyntetizovány na hnilobné metabolity. Jedná se o sirovodík, merkaptany, indol, skatol, aminy a amoniak (Vlková, a další, 2006).

Rychlost kažení masa je závislá na mnoha faktorech, jako je hodnota pH, podmínky skladování, vodní aktivita nebo počet a druh MO kontaminující maso. Pro zajištění co nejdelší trvanlivosti masa je nutné zabránit jeho primární mikrobiální kontaminaci a vhodným skladováním znemožnit i jeho sekundární kontaminaci (množení MO). Dále je důležité vykolení zvířete do 30 minut po porážce a dostatečně rychlé zchlazení masa na minimální teplotu 7 °C v jádře (Vlková, a další, 2006).

U zdravých a odpočínutých zvířat je svalovina považována za zcela sterilní část, avšak kůže, peří, trávicí trakt, lymfatické uzliny a močové cesty mohou být zdrojem kontaminujících MO, zejména při posmrtném opracování a zpracování (eviscerace, bourání) masa (Toldra, 2017).

8.1.1 Primární kontaminace masa

Primární (invitralní) kontaminace masa virulentními patogenními mikroby nastává při svalové únavě, kdy mohou mikroby trávicího traktu pronikat do svaloviny. Na zhoršení mikrobiálního obrazu má vliv nešetrná přeprava zvířat na jatka, nešetrné a stresující ustájení a špatné zacházení se zvířaty před poražením. K pronikání MO do svaloviny může také docházet při vykrvení zvířat řezem nebo vpichem. U nedokonale vykrvených zvířat mohou mikroby pronikat až do masa přes povrch nože nebo tělo zvířete. Maso tak může být kontaminováno salmonelami, *Clostridium perfringens*, *Clostridium botulinum*, *Escherichia coli* atd. (Vlková, a další, 2006).

8.1.2 Sekundární kontaminace masa

Sekundární kontaminace svaloviny nastává v průběhu porážky jatečného zvířete – vykolení, porcování a další zpracování až do okamžiku spotřeby masa. Mezi zdroje kontaminace patří zejména orgány zvířete, nože, jatečné nástroje, ruce pracovníků, přepravky a mikroorganismy prostředí, ve kterém je maso zpracováno a skladováno. Nejčastěji syrové maso kontaminují gramnegativní bakterie. Z grampozitivních se obvykle vyskytují enterokoky a laktobacily. V syrovém mase se mohou vyskytovat i určité rody plísní (*Mucor*, *Rhizopus*, *Geotrichum*) a kvasinek (*Candida*, *Torulopsis*), (Vlková, a další, 2006).

8.1.3 Povrchové mikrobiální kažení

V chladírenských teplotách se u masa nejčastěji objevuje povrchové mikrobiální kažení, kdy dominují aerobní psychrotrofní gramnegativní tyčinky. Zejména se jedná o lipolytické a proteolytické bakterie *Pseudomonas fluorescens* a *Pseudomonas fragi* v kombinaci s bakteriemi rodů *Acinetobacter* a *Moraxella*. Povrchové kažení se projevuje osliznutím, hnilobou masa, barevnými skvrnami a nežádoucím pachem. Počty bakterií dosahují 10^{7-9} KTJ/cm². Při nevhodném skladování masa ve vyšších teplotách se pomnoží zejména enterobakterie a silně proteolytické druhy rodu *Proteus*. Dochází k osychání masa na povrchu a poklesu a_w (Nychas, a další, 2008).

8.1.4 Mikrobiální kažení masa v hmotě

Kažení masa v hmotě způsobují bakterie z primární kontaminace masa, jedná se o bakterie trávicího traktu nebo krve nedostatečně vykrcených zvířat. Velmi náchylné jsou nedostatečně vychlazené kusy masa a maso v okolí kostí. Bakterie zapříčiní anaerobní rozklad bílkovin, který je provázen produkcí zapáchajících látek, jako je sirovodík, indol, skatol, merkaptan, amoniak a další (Vlková, a další, 2006; Nychas, a další, 2008).



Obrázek 8: Zkažené hovězí maso – změna barvy a konzistence (Ministerstvo zemědělství, 2017).

8.1.5 Kažení vakuově baleného masa

Toto kažení je způsobeno zejména fakultativně anaerobními a anaerobními bakteriemi. V nepropustných fóliích pro plyn se rozvíjí zejména laktobacily, klostridie, bakterie mléčného kvašení a bakterie čeledi Enterobacteriaceae. Jako indikátor mikrobiálního kažení pro vakuově balené maso slouží diaminy – kadaverin a putrescin (Vlková, a další, 2006).

8.1.6 Plesnivění

Plísně se mohou množit i při nízkých skladovacích teplotách, proto se plesnivění vyskytuje poměrně často. Prvním stádiem je lepkavost na povrchu masa, později nastávají barevné změny. Plísně rozkládají zejména bílkoviny a tuk masa. Tyto děje se projevují zejména uvolňováním amoniaku a těkavých kyselin. Maso má zatuchlý zápach. Plesnivění masa se účastní zejména plísně rodů *Mucor*, *Rhizopus*, *Cladosporium* a *Penicillium* (Vlková, a další, 2006).

8.2 Kvalita a bezpečnost masa

Kvalita a bezpečnost masa je dána celkovou flórou, respektive počtem patogenních a nežádoucích MO způsobujících jeho zkázu. Úroveň kontaminace se posuzuje dle těchto kritérií:

- celkový počet bakterií (total bacteria counts – TBC) neboli počet aerobních kolonií (aerobic colony count – ACC);
- počet životaschopných MO (total viable count – TVC);
- počet specifických MO – způsobující kažení či patogenitu (např. *Salmonella* spp., čeled' Enterobacteriaceae, bakterie mléčného kvašení, *Escherichia coli* atd.), (Gracey, a další, 2015).

Známky kažení v důsledku bakteriální aktivity se objevují při počtu mikrobů okolo 10^7 na 1 cm^2 (Kameník, 2016 B). ICMSF (The International Commission on Microbiological Specifications for Foods) doporučila, aby celkový počet životaschopných MO při 35 °C (nebo při 20 °C v případě chlazeného masa) byl méně než $10^7/\text{g}$. Nálezy bakterií rodu *Salmonella* by měly být negativní v každém vzorku (Eurlex, 2073/2005).

Zcela zamezit mikrobiální kontaminaci masa je v podstatě nemožné. Proto je důležité kontrolovat a testovat přítomnost mikroorganismů u výrobků během celého technologického procesu. Důležitá je zejména hygiena prostředí, proškolení zaměstnanci a implementace systému HACCP (Forsythe, 2020).

8.3 Nežádoucí těkavé metabolity

Během kažení masa jsou bakteriemi uvolňovány nežádoucí metabolity. Jedná se o těkavé organické sloučeniny, které vznikají během skladování (Casaburi, a další, 2015). I dle Kameníka (2016 B) uvolňují bakterie svojí metabolickou aktivitou látky, jež lze registrovat i čichem. Množením mikrobů vzniká velké množství buněk, jež se hromadí na povrchu masa a způsobují jeho matný vzhled. Pokud se jejich koncentrace zvýší, dochází k odmítnutí produktu a k čichovému rozpoznání zkázy masa. Mezi nejčastěji identifikovatelné těkavé sloučeniny patří alkoholy, aldehydy, ketony, mastné kyseliny, sloučeniny síry a amoniak (Casaburi, a další, 2015). Na základě těchto metabolitů je možné pomocí senzorů vyhodnotit, že se maso kazí a to již při malých koncentracích.

8.3.1 Amoniak jako ukazatel čerstvosti masa

Amoniak je významným ukazatelem čerstvosti masa. Z hlediska zdravotní nezávadnosti a jakosti masa je jeho zvyšující se obsah nežádoucí. Podle obsahu amoniaku stanovovaného Conwayovou metodou je možné rozdělit maso do kategorií čerstvosti viz Kopřiva (2012) a Schneiderová (2004).

Tabulka 4: *Obsah amoniaku v mase* (Kopřiva, a další, 2012).

Maso	Obsah amoniaku [$mg.kg^{-1}$]
čerstvé	120 - 170
dosud nezávadné	170 - 250
podezřelé	260 - 300
začínající rozklad	310 - 350
zkažené	nad 360

Podle Schneiderové (2004) lze obsah amoniaku v mase rozdělit takto:

- do 20 % je maso považováno za čerstvé;
- množství 20 – 25 % je maso přezrálé, avšak nezávadné a je nutné ho spotřebovat;
- nad 30 % se maso již začíná kazit.

Kontrolu celkového těkavého dusíku a mezní hodnoty TVB – N (total volatile basic nitrogen/celkový těkavý zásaditý dusík) u některých produktů rybolovu stanovuje Nařízení Komise (EU) 2019/627.

9 OBALY

Výběr vhodného obalu je zásadním bodem pro skladování a distribuci produktů bez ztráty kvality nebo ohrožení bezpečnosti. Účelem obalu je ochrana masa před fyzikální kontaminací (nečistota, prach, bakterie, atd.) a před chemickými změnami, které se nastávají v důsledku přírodních podmínek, jako je světlo, teplo, kyslík, odpařování vody aj. Dle Fanga (2017) je kvalita a bezpečnost masa závislá na obalových materiálech a technologiích.

Mimo ochranu poskytuje obal pro spotřebitele i důležité informace o produktu (nutriční údaje, přísady, čistou hmotnost, pokyny pro uchování, informace o procesech spojených s výrobou a zpracováním suroviny/potraviny atd.). Balení také zprostředkovává první vizuální kontakt spotřebitele s produktem skrz průhlednou fólii či pomocí vytištěného obrázku. Žádanou funkcí obalů je i snadnost otevření, možnost opětovného uzavření, velikost a tvar usnadňující snadné skladování nebo jsou žádané i obaly, které poskytují požadovanou velikost produktu (jedna porce, velikost pro rodinu), (Lonergan, a další, 2018).

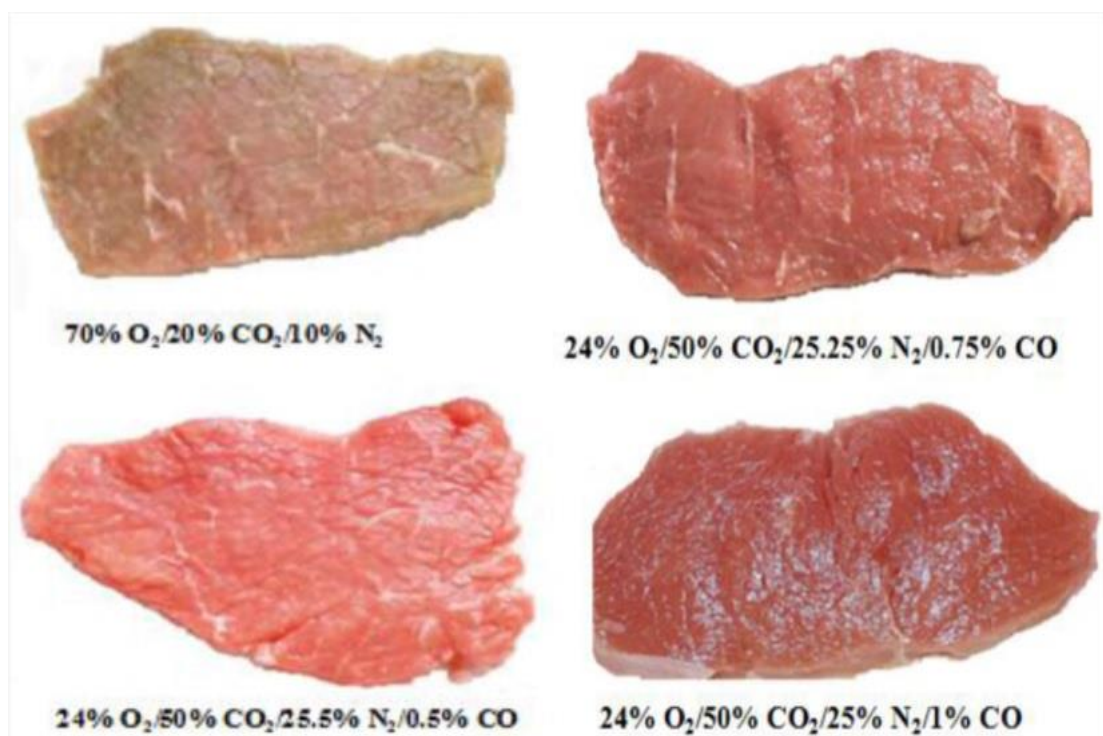
9.1 Vhodné balení pro vývoj barvy masa

Čerstvé maso je biologicky aktivní, obsahuje mnoho enzymů a sloučenin, které podporují metabolickou a respirační aktivitu. Díky respirační aktivitě se snižuje obsah kyslíku a zvyšuje se obsah oxidu uhličitého uvnitř balení, což má dopad na barvu a dobu použitelnosti masa. Prioritou pro balení masa je vývoj a udržitelnost třešňovo – červené barvy po co možná nejdéle dobu. Vývoj barvy podporuje dostupnost kyslíku v okolním prostředí, ten však zároveň urychluje růst nežádoucích aerobních bakterií (Lonergan, a další, 2018).

Existuje mnoho možností balení pro čerstvé chlazené maso. Výběr obalu se volí dle charakteristiky kusu masa a tak, aby se zdůraznily požadované vlastnosti masa pro spotřebitele. Druhy obalů sahají od vzduchopropustných obalů na krátkodobé skladování po bariérové materiály, vakuum, plynové balení až k modifikované atmosféře pro dlouhodobé uskladnění (Kerry, a další, 2006). Výběr vhodného balení podtrhne charakteristiku masa a zlepší jeho vzhled (Mcmillin, 2008).

Obaly propustné pro vzduch umožňují kyslíku vazbu na oxymyoglobinové pigmenty, které jsou zodpovědné za červenou barvu, dokud se nevyčerpá jejich kapacita. Poté se pigmenty změny na hnědé metmyoglobinové pigmenty. Obvykle se syrové maso pro dlouhodobé skladování balí do materiálu zajišťující anoxické prostředí (Mcmillin, 2017).

K zajištění zářivě červené barvy masa a tím přitažlivosti pro zákazníka se v posledních letech prosadilo balení do tzv. ochranné, či modifikované atmosféry. Hovězí a vepřové maso se většinou balí do směsi plynů s podílem kyslíku 70 – 80 %. Zbytek plynů tvoří oxid uhličitý (v koncentracích nad 15 % disponuje bakteriostatickým účinkem), případně dusík a oxid uhelnatý. V místě, kde se plátky masa překrývají, může být jejich povrch vystaven nižší hladině kyslíku. V těchto částech je po vybalení masa pozorována změna barvy do hnědých až šedohnědých tónů. Jedná se o „kosmetickou“ vadu. Je-li maso čerstvé, za několik minut opět zčervená (Kameník, 2016 A).



Obrázek 9: Vývin barvy v průběhu skladování (21 dnů) hovězího masa v modifikované atmosféře v 1 ± 1 °C (Djenane, a další, 2018)

Další formou balení je tzv. vakuové balení. V tomto případě je vzduch odsátý vakuovou vývěvou a tento stav je stabilizovaný zavařením fólie. Bez kyslíku se mění myoglobin na svoji redukovanou formu (tzv. deoxymyoglobin), která má nachově červenou barvu. Po vybalení maso opět krátkodobě zčervená díky kyslíku, později se však barva vrací do hnědočervených odstínů (Kameník, 2016 A).

Správná technologie balení může zpomalit růst bakterií a redukovat znehodnocení produktu během jeho skladování a distribuce. Optimálním výsledkem je barevnost a dlouhá trvanlivost masa (Lonergan, a další, 2018).

9.2 Inteligentní obaly

Velké téma dnešní doby jsou inteligentní obaly, které jsou schopny kontrolovat uvolňování antimikrobiálních sloučenin do obalového prostoru. Jedná se o monitorování stavu balených potravin nebo vyhodnocení podmínek prostředí obklopující suroviny/potravinu za účelem poskytnutí informací o bezpečnosti a kvalitě produktu nebo prostředí. Výsledky lze použít ke včasnému varování spotřebitele či výrobce a k zahájení nápravného jednání – např. změna podmínek skladování, včasnější konzumace či likvidace (Kerry, a další, 2006).

Inteligentní balení obvykle obsahuje senzory nebo indikátory, které signalizují potřebnou nebo aktuální změnu v prostředí obalu. Obvykle se jedná o malé levné štítky, které jsou schopné získávat, ukládat a přenášet informace o funkcích a vlastnostech balených potravin (Fang, 2017). Důležitou vlastností chytrých obalů je efektivní a nedestruktivní analýza založená na principech elektronického nosu, vysokofrekvenční identifikaci, senzory blízké infračervené spektroskopii nebo kolorimetrické a optické senzory (Alamdari, a další, 2021).

Chytré balící systémy disponují různými schopnostmi například: měření na základě fluorescence, měření obsahu kyslíku, možnost identifikace složek, monitorování teploty, vyhodnocení toxických sloučenin, sledování čerstvosti dle specifických analytů, sledování integrity balení či detekce plynů (Yam, a další, 2005; Kerry, a další, 2006).

9.2.1 Detekce plynů

Detekce plynů umožňuje monitorování kvality baleného masa v reálném čase. V dnešním době se jedná se o klíčovou dovednost v masném odvětví, kdy detekce plynu může zajistit bezpečnost masa v každém kroku technologického řetězce (Soni, 2018). Složení plynů uvnitř obalu se často mění v důsledku biologické činnosti masa. Indikátory plynu jsou malá zařízení, která jsou ve formě štítku nebo jsou vytištěna na obalových fóliích. Tyto štítky reagují na změny složení plynu a pomáhají tak sledovat kvalitu, bezpečnost a integritu balených výrobků. Indikátory mohou také reagovat změnou barvy na obalu (kolorimetrické detekce). Mezi nejběžnější indikátory patří indikátory kyslíku. Dokáží detekovat nesprávné těsnění u výrobků s modifikovanou atmosférou a následné zhoršení kvality, oxidační zluknutí a změnu barvy masa (Fang, 2017).

Optické senzory (kolorimetrické) jsou připevněné uvnitř balíčku čerstvého masa tak, aby byly viditelné z vnějšího prostředí během skladování. Například Soni (2018) použil do svého výzkumu jako barevný indikátor purpur bromkresolové barvivo upevněné v agarovém gelu.

Během zvyšování koncentrace celkového těkavého zásaditého dusíku a čpavku produkovaného z masa, se změnil indikátor souběžně s kažením kuřecího masa ze světle žluté na fialovou barvu. V průběhu skladování se výrazně zvýšily hodnoty pH, celkový dusík, volné aminokyseliny, mikrobiální počty a hladina amoniaku. Dle této studie odezva indikátoru výborně korelovala s fyzikálně – chemickou změnou a mikrobiálními parametry kuřecího masa. Jedná se o potvrzení schopnosti indikátoru monitorovat maso v reálném čase v průběhu skladování (při teplotě $4 \pm 1^\circ\text{C}$).

9.2.2 Detekce amoniaku

Enzymy a bakterie rozloží proteiny masa při rozkladných procesech na ethanethiol, sirovodík a amoniak (těkavé plyny). Během kažení masa dochází ke zvyšování koncentrace těchto plynů. Speciální senzor založený na vodivém polymeru umožní detekci čpavkového plynu a poskytne rozsudek ohledně kažení masa. Již dle několika studií byl prokázán vztah mezi biologickým kažením potravin a zvýšeným výskytem dusíkatých sloučenin, zejména u kuřecího a rybího masa. Těkavé aminy, jako je amoniak, dimethylamin a trimethylamin vznikají při rozkladu aminokyselin a i při mikrobiologické aktivitě pseudomonad. Obecně jsou tyto analyty známy jako TVB – N a jsou považovány za potenciální index kažení potravin bohatých na bílkoviny (Matindoust, a další, 2017).

Plynový senzor by měl mít dobrou selektivnost, citlivost, spolehlivost, mechanickou stabilitu, reverzibilitu, nízkou spotřebu energie, rychlou dobu odezvy (reakční doba), minimální křížovou citlivost a měl by být ekonomicky výhodný a dostupný. Důležité je, aby vlivem vlhkosti a vzduchu nedocházelo k ovlivnění měření a senzor byl schopný citlivě reagovat na plyn NH_3 (Matindoust, a další, 2017). Již se vynalezly senzory pro TVB – N látky, které jsou obnovitelné a biologicky odbouratelné biopolymery. Avšak matrice konstruované pouze z biopolymeru vedly k horším vlastnostem senzoru, proto se některé části nahradily anorganickým materiálem. Detektory fungují na principu hlavní složky – syntetického nebo přírodního barviva citlivého na pH upevněného na nosném materiálu (bentonit, bakteriální celulóza, chitosan), (Alamdari, a další, 2021). Novinkou v obalové technologii jsou pouze papírové, kolorimetrické senzory, které lze připevnit na vnitřní stranu obalu masa nebo mořských plodů jako optický detektor čerstvosti reagující na těkavé plyny (Alamdari, a další, 2021). Během jedné výzkumné studie byl například vyvinut filtrační papír naimpregnovaný pryskyřičnými mikrokuličkami, které uvnitř obsahují citlivá barviva na pH a těkavé sloučeniny (Chen, a další, 2017).

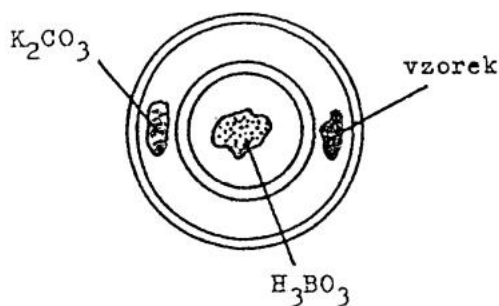
10 METODIKY PRO MĚŘENÍ AMONIAKU V MASE

Produkty metabolického rozkladu aminokyselin (trimethylamin, dimethylamin a amoniak) mohou být měřeny konvenčními metodami, jako je destilace vodní parou, analýza průtokovým vstřikováním, chromatograficky, ultra viditelnou spektroskopií (UV/VIS), hmotnostní spektroskopií (MS) a nukleární magnetickou rezonancí (NMR). Všechny tyto metody jsou časově náročné, destruktivní a vyžadují značné znalosti, proto se tyto postupy stávají nevhodnými pro komerční použití (Alamdari, a další, 2021).

Mezi nejčastější metody pro stanovení amoniaku patří: metoda podle Conwaye, metoda s využitím Nesslerova činidla nebo stanovení amoniaku iontově selektivní elektrodou. Nepřímým ukazatelem obsahu amoniaku je destruktivní stanovení pH masa pomocí vpichové elektrody nebo pH měřené ve výluhu vzorku masa. Změna pH koreluje s nárůstem koncentrace amoniaku v mase. Metody lze provádět jednorázově, ale jako přínosné se ukazuje stanovení v rámci dynamiky změn obsahu amoniaku po určitý časový úsek (Kopřiva, a další, 2012).

10.1 Stanovení amoniaku dle Conwaye

Ke stanovení amoniaku dle Conwaye se nejčastěji využívá masový výluh, který se ve vnějším prostoru Conwayovy nádoby zalkalizuje nasyceným roztokem uhličitanem draselným. Vytěsněný amoniak se absorbuje v roztoku kyseliny borité uvnitř nádoby a po 2 – 3 hodinách se stanoví titračně roztokem kyseliny sírové do červeného zbarvení (1 ml 0,01 mol.l⁻¹ roztoku HCl odpovídá 0,14mg dusíku), (Kopřiva, a další, 2012; Vorlová, a další, 2012).



Obrázek 10: Conwayova nádoba (Šánek, 2009).

10.2 Stanovení amoniaku iontově selektivní elektrodou (ISE)

Amoniak je vytěsněn z připraveného vzorku (výluh) silnou zásadou. Výluh difunduje skrz póry membrány do vnitřního prostoru elektrody, která je naplněná roztokem. V závislosti na koncentraci vytěsněného amoniaku dochází ke změně potenciálu skleněné elektrody. Metodou kalibrační křivky se vyhodnotí potenciály vzorků a vypočítá se koncentrace amoniaku (Vorlová, a další, 2012).

10.3 Stanovení amoniaku spektrofotometricky

Amonné ionty tvoří s Nesslerovým činidlem barvený komplex, který lze stanovit měřením absorbance při vlnové délce maxima bez použití destilace. Podle výsledku stanovení se maso řadí do kategorií čerstvosti (Vorlová, a další, 2012).

10.4 Stanovení pH masa

Stanovit pH masa lze pomocí vpichové elektrody nebo je možné stanovit pH výluhu. Tyto metody jsou orientační a nepřímé. Se zvyšujícím se obsahem amoniaku v mase roste i hodnota pH (Kopřiva, a další, 2012; Vorlová, a další, 2012).

II. PRAKTICKÁ ČÁST

11 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZA

Cíle

Cílem diplomové práce v teoretické části je zhodnocení dosavadního stavu v oblasti metod pro stanovování čerstvosti masa na základě vyhledaných literárních a patentových zdrojů.

Cílem v praktické části je uplatnění metody pro měření čerstvosti masa v domácích podmínkách.

Hypotéza

Degradační změny v mase je možné monitorovat pomocí jednoduchého senzoru, který slouží jako indikátor pro spotřebitele.

12 METODIKA MĚŘENÍ

V teoretické části v desáté kapitole jsme představili metodiky pro měření amoniaku u masa, nicméně tyto metodiky pro stanovení amoniaku jsou v domácích podmínkách z různých důvodů neproveditelné a to především kvůli nárokům na složité vybavení z hlediska nutnosti specifických přístrojů nebo chemikálií. Cílem metodiky měření amoniaku, kterou popisuje tato kapitola práce, je prověřit postup, jež by v budoucnu umožnil velkému množství domácností používat jednoduchý indikátor čerstvosti masa a to bez nutné znalosti problematiky. V následujících odstavcích diplomové práce je popsán postup, který byl použit při měření vzorků masa.

12.1 Použité přístroje a zařízení

V rámci našeho výzkumu byly použity následující přístroje a zařízení:

váha (Kern, KB 2000-2N);

analytické váhy (ADAM, AFA-210 LC);

chladnička (Whirpool);

indikátor čerstvosti s jednočipovým mikrokontrolérem (MICROCHIP ATMEL, ATmega2560);

senzory (SGX Sensortech, MiCS-6814);

detektor čerstvosti masa (FOODsniffer).

12.2 Analyzované vzorky masa

Pro náš výzkum jsme použili vzorky kuřecího a rybího masa. Vzorky masa pocházely z České republiky.

Kuřecí maso – kuřecí horní stehna (Pullus superiorem femur), chlazená, hmotnost 854 g; skladováno v chladničce při 6°C; výrobce: Rabbit, Trhový Štěpánov, a.s., Sokolská 302, 257 63 Trhový Štěpánov, Česká republika (CZ993ES); místo zakoupení: Hypermarket Albert, Na Radouči 1236, 293 01 Mladá Boleslav

Rybí maso – sladkovodní ryba kapr, hřbetní fileť (Cyprinus carpio), hmotnost 140g, skladováno v chladničce při 6°C; výrobce: Rybářství Chlumeck nad Cidlinou, a.s., Boženy Němcové 711, Chlumeck nad Cidlinou IV, 503 51 Chlumeck nad Cidlinou, Česká republika; místo zakoupení: Hypermarket Albert, Na Radouči 1236, 293 01 Mladá Boleslav

12.3 Postup při měření vzorků masa

Ze zakoupených vzorků kuřecího (horní stehna) a rybího masa (kapr obecný, vykostěný fileť z trupu), byly připraveny vzorky o váze 10g. Tyto vzorky jsme vložili do předem destilovanou vodou a poté párou vydesinfikovaných tří sklenic o objemu 200ml. V první testovací sérii se do tří sklenic vložily vzorky kuřecího masa o váze 10g, sledovaná doba činila 35h. Ve druhé testovací sérii jsme do tří sklenic vložili vzorky kuřecího masa o váze 10g, sledovaná doba byla 24h. Ve třetí testovací sérii byly do tří sklenic vloženy vzorky kuřecího masa o váze 10g, sledovaná doba byla 41h. V poslední čtvrté sérii měření byly do tří sklenic vloženy vzorky rybího masa o váze 10g na dobu 40h. Všechny měření probíhaly v chladničce s nastavením konstantní teploty na 6°C a 65 % relativní vlhkosti vzduchu.

Každá ze sklenic byla opatřena uzávěrem, který má ze spodní strany těsnění. Do uzávěrů jsme umístili vodiče potřebné k propojení s jednočipovým mikrokontrolérem a k napájení senzorů. Vodiče ve sklenici byly připájeny k senzoru (MiCS-6814). Tento senzor je velmi přesný a reaguje na plyny NH₃, NO₂ a CO. Tento typ senzoru je pro měření čerstvosti masa velmi vhodný, jelikož reaguje i na malou změnu při procesu skladování masa.

Velkou výhodou tohoto senzoru je to, že dokáže automaticky eliminovat vlhkost, která bývá u mnohých senzorů často podceňována a poté dochází k nepřesným měřením. Přesné zachycení zlomu v podobě množství uvolněného plynu, které odpovídá tomu, kdy je maso zkažené, případně se začíná kazit, není možné předem nadefinovat. Nicméně lze nastavit pomyslné hranice například v %. Otázka kalibrace a přesného nadefinování je řešitelná pro konkrétní druh masa a pro konstantní skladovací podmínky. Z důvodů ověření měření byl použit jako referenční měřicí přístroj komerčně dostupný přenosný ruční analyzátor FOODsniffer – „elektronický nos“, který je určen k zjištění čerstvosti a to rovněž na základě uvolňování plynů při skladování masa.

Z časového hlediska je u všech druhů masa odlišná lhůta pro degradaci a má jinou délku trvání, která se liší dle druhu masa a to i přesto, že je maso umístěno v lednici v konstantních teplotních podmínkách. Předmětem této práce bylo prověření indikátoru na dvou druzích masa a to na mase kuřecím a na mase rybím.

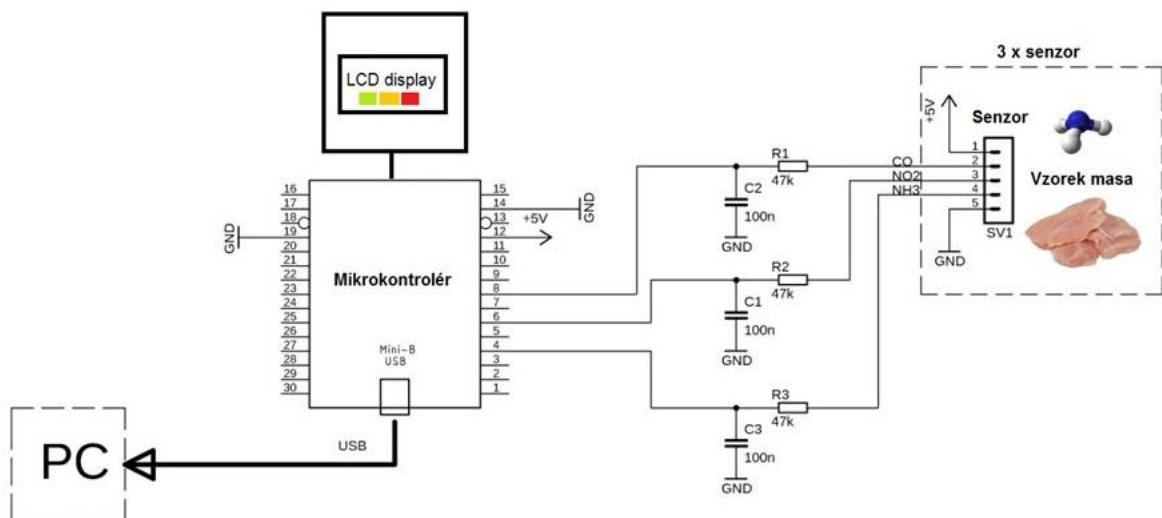
Všechny měřené vzorky masa jak kuřecího, tak rybího měly zemi původu Česká republika. Záměrně byly zakoupeny masa blížící se konci spotřeby. Jelikož jsme se chtěli zaměřit na zlom, kdy dochází k určitým změnám a maso tudíž začíná degradovat rychleji.

Použitá technologie měření by u měření čerstvě poraženého masa nedokázala s tak velkým objemem dat pracovat a bylo by vygenerováno několik tisíc zápisů hodnot. Hodnoty by se pro přehlednost musely editovat, aby byly vidět úniky plynů z masa, které bylo touto prací cílem získat.

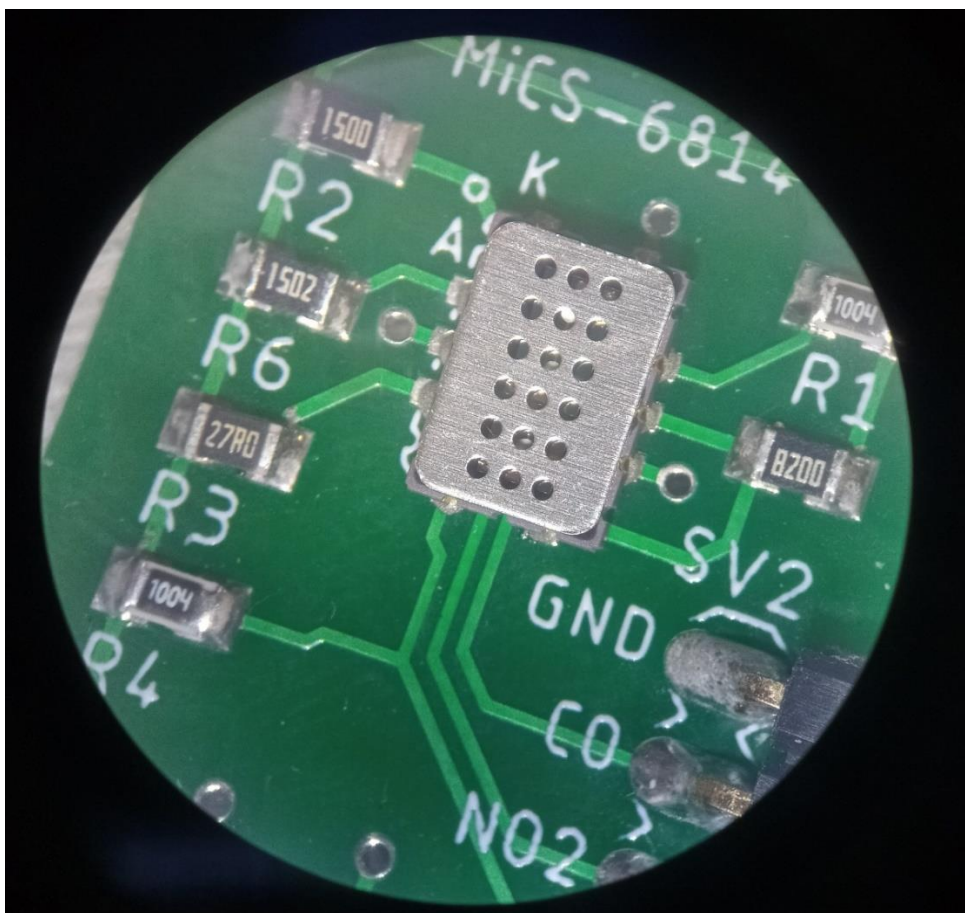
12.4 Použité zařízení pro detekci plynů

Pro detekci plynů uvolňujících se z masa při skladování v lednici, byl použit mikrokontrolér ATmega2560 s připojením k trojici senzorů (MiCS-6814). Použitý jednočipový mikrokontrolér je vhodný na měření, které bylo pro tuto práci požadováno. Jeho výhodou je to, že je schopen zaznamenávat měřená data ze senzorů bez připojeného počítače. Po záznamu dat lze z něj pomocí PC data vyčíst. Tudíž nemusí být stále pevně propojen s PC, což je cílem pro další možné aplikace. Nutnost vyčíst data by měla při budoucích realizacích tohoto měřícího indikátoru zcela odpadnout a uživatel by se orientoval jen na základě tříbarevné stupnice.

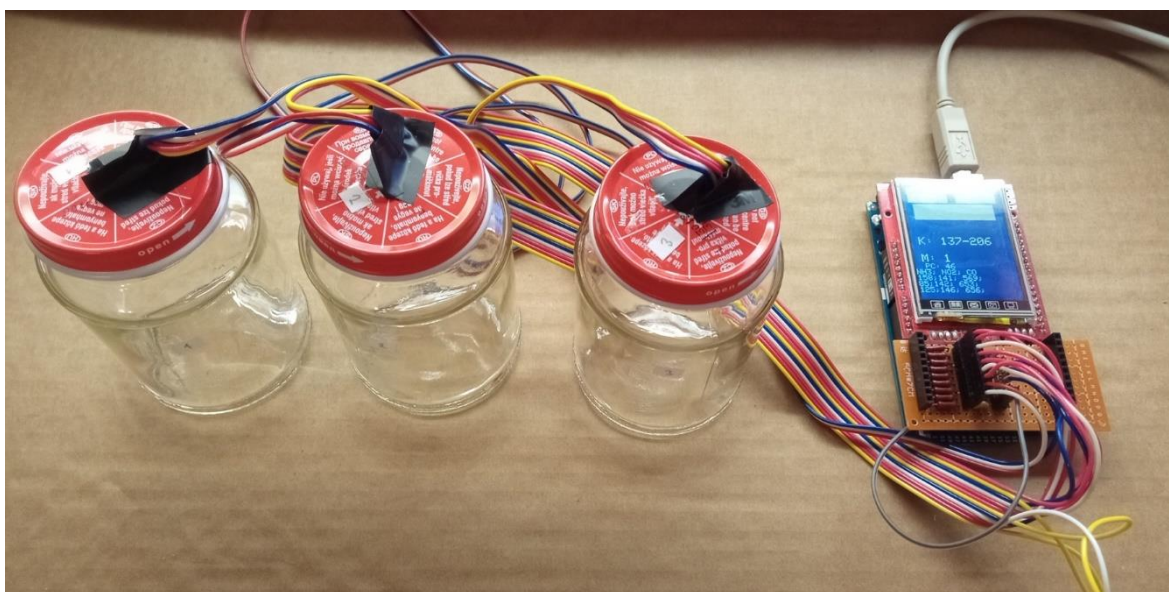
Schématické zapojení indikátoru je vyobrazeno na obrázku č. 11. Zelená barva znázorňuje, že maso je čerstvé bez známek procesu kažení. Oranžová barva nás upozorňuje, že se maso začíná blížit ke zlomu, kdy je třeba jej neprodleně zpracovat, ale míra měřených plynů není ještě zdraví nebezpečná. V poslední fázi je barva červená, která signalizuje, že je maso zkažené. Maso není v žádném případě vhodné konzumovat, a to ani po tepelné úpravě. Experimentální zapojení bylo kvůli praktičnosti realizováno s přehledným dotykovým displejem, jenž přehledně informoval uživatele o stavu měření.



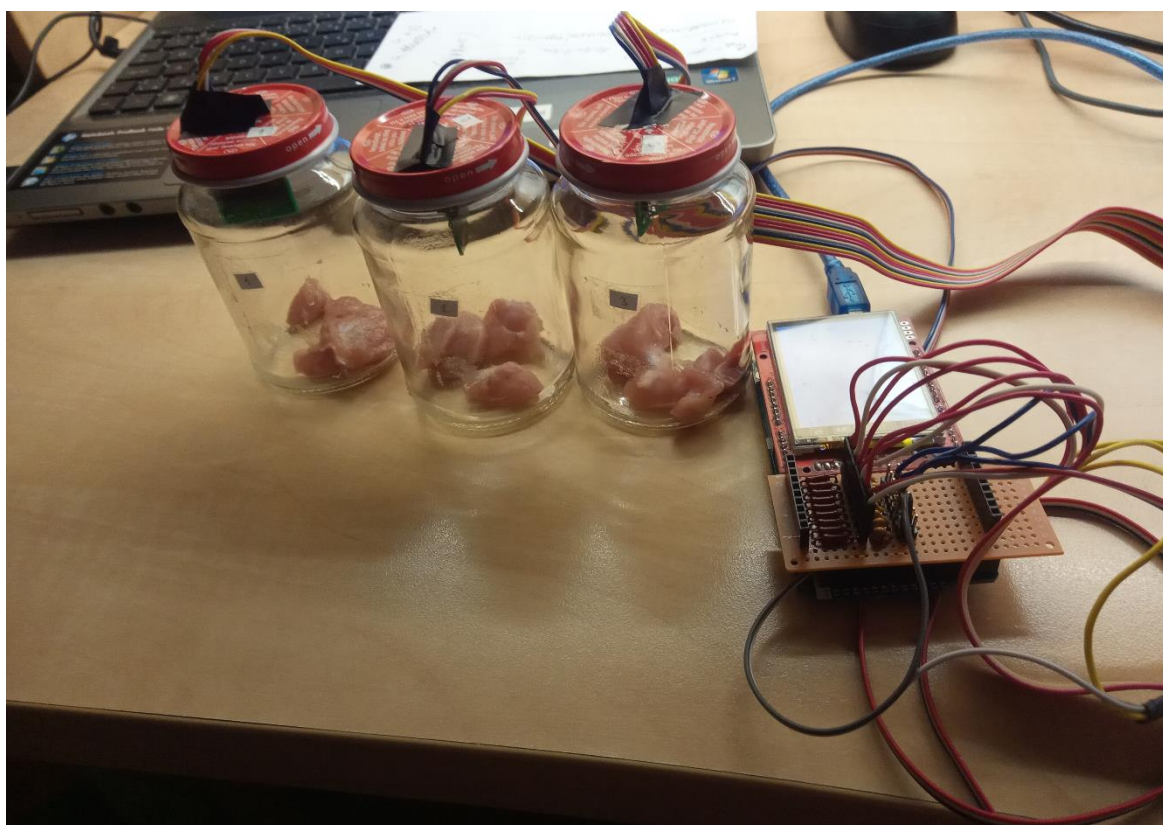
Obrázek 11: Schématické zapojení systému pro měření plynů ze vzorků masa.



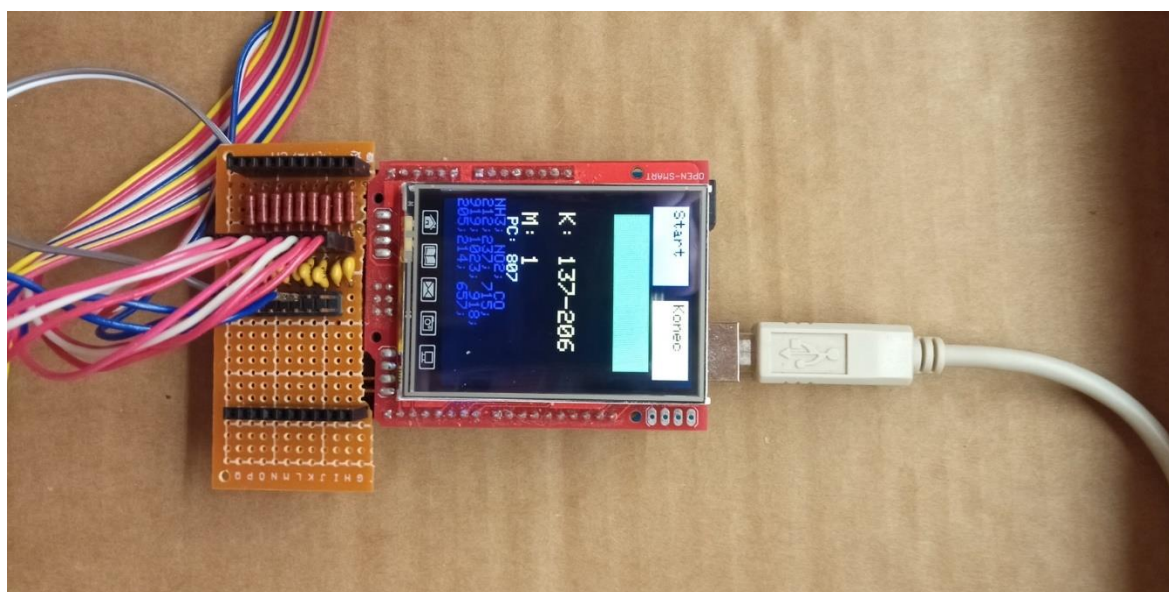
Obrázek 12: Fotografie senzoru MiCS-6814, snímek pořízen pod lupou.



Obrázek 13: Prázdné sklenice o objemu 200ml na vzorky masa opatřené senzory, mikrokontrolér.



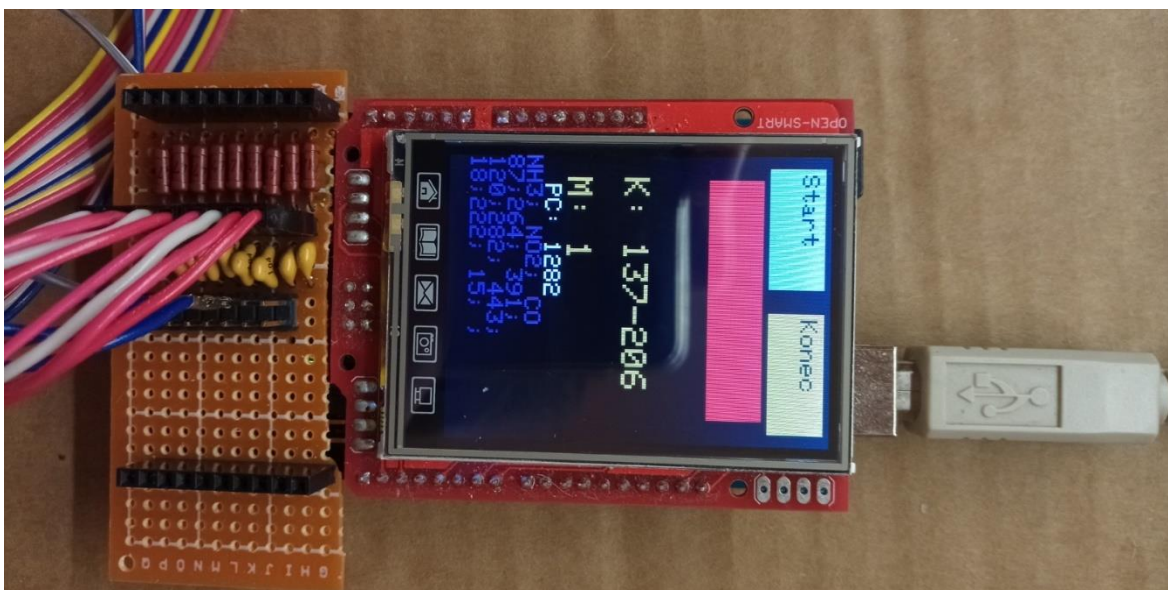
Obrázek 14: Sklenice o objemu 200ml se vzorky masa připravené k měření pomocí senzorů, mikrokontrolér.



Obrázek 15: Mikrokontrolér s rozsvícenou zelenou barvou na displeji nám znázorňuje, že se maso nekazí. Je ve vynikající kondici.



Obrázek 16: Mikrokontrolér s rozsvícenou oranžovou barvou na displeji upozorňuje na to, že se maso může začít mírně kazit. Maso je nutné neprodleně zpracovat.



Obrázek 17: Mikrokontrolér s rozsvícenou červenou barvou na displeji nám signalizuje, že se maso zkazilo. Maso není vhodné ke konzumaci.



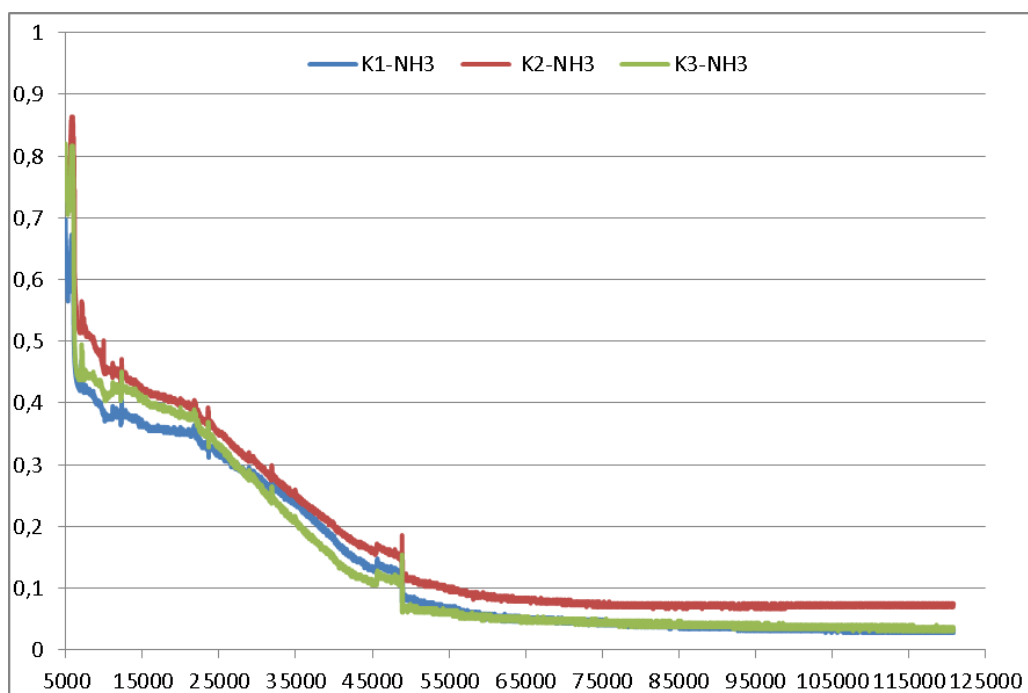
Obrázek 18: Ukázka uložení sklenic s masem v lednici, sběr dat pomocí mikrokontroléru.

13 VÝSLEDKY

Všechny hodnoty měřených plynů jsou vyneseny s použitím nástroje Microsoft Excel do grafů. Pomocí tří senzorů při uchování masa v lednici, byly sledovány konkrétní plyny především amoniak (NH_3) a okrajově oxid dusičitý (NO_2) a oxid uhelnatý (CO).

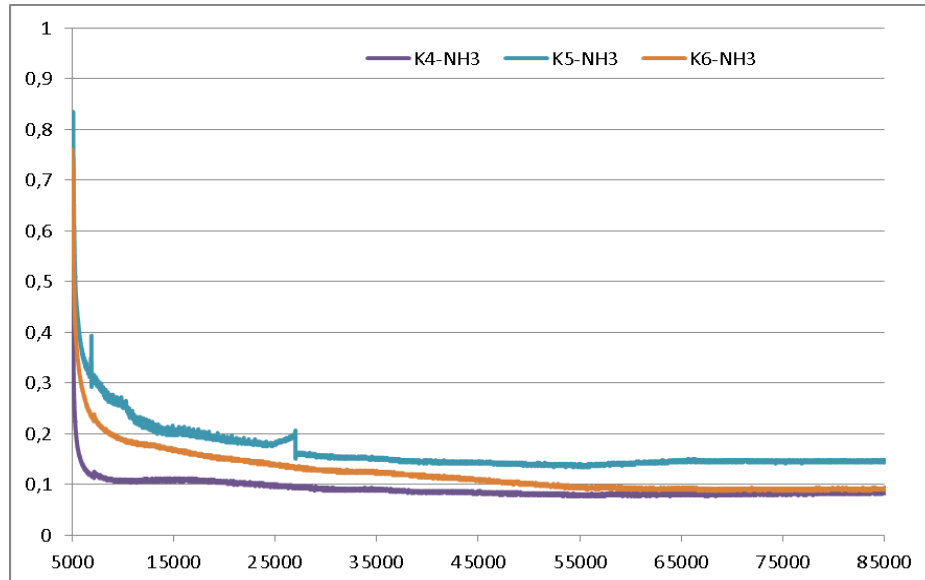
Amoniak byl současně měřen pomocí tří senzorů, každý senzor reprezentuje jedna barevná křivka v jednotlivých grafech. Tudíž u grafů vyobrazujících měření amoniaku můžeme vidět tři křivky, které mají podobné průběhy, což potvrzuje správnou funkci senzorů a je vidět, že měření jsou reprodukovatelná. Osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu $[R_s/R_0]$. Na ose x je uveden čas t [s]. Každá křivka je vždy z jedné sklenice se vzorkem masa s konkrétní 10 g navázkou masa kuřecího a masa rybího. Více o měřených vzorcích je napsáno v kapitole č. 12 metodika měření.

První série měření – kuřecí maso (horní stehna, 10g). Čerstvé v rozmezí od 1 do 0,4 $[R_s/R_0]$; mírně degraduje v intervalu od 0,4 do 0,3 $[R_s/R_0]$; v intervalu od 0,3 do 0 $[R_s/R_0]$ se maso zkazilo.



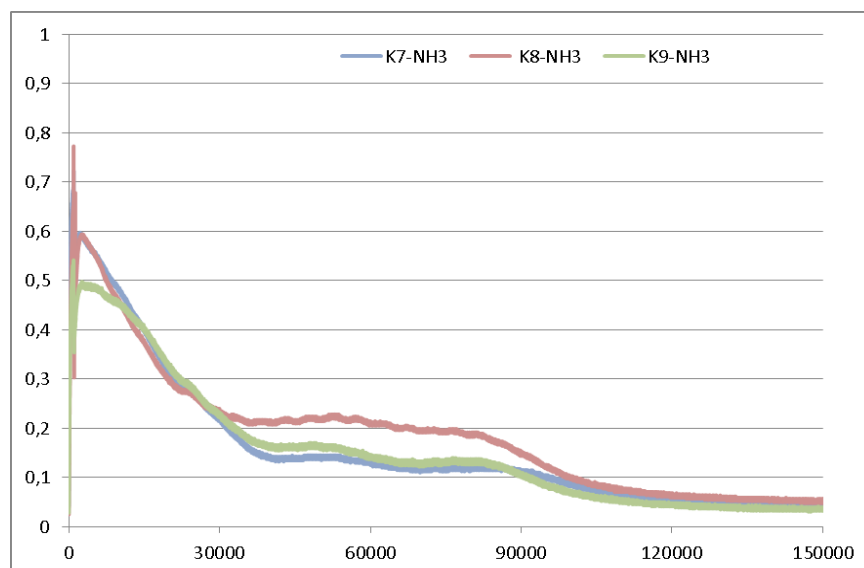
Obrázek 19: Grafické znázornění průběhu při monitorování NH_3 – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [s].

Druhá série měření – kuřecí maso (horní stehna, 10g). Čerstvé v rozmezí od 1 do 0,4 $[R_0/R_s]$; mírně degraduje v intervalu od 0,4 do 0,2 $[R_0/R_s]$; v intervalu od 0,2 do 0 $[R_0/R_s]$ se maso zkazilo.



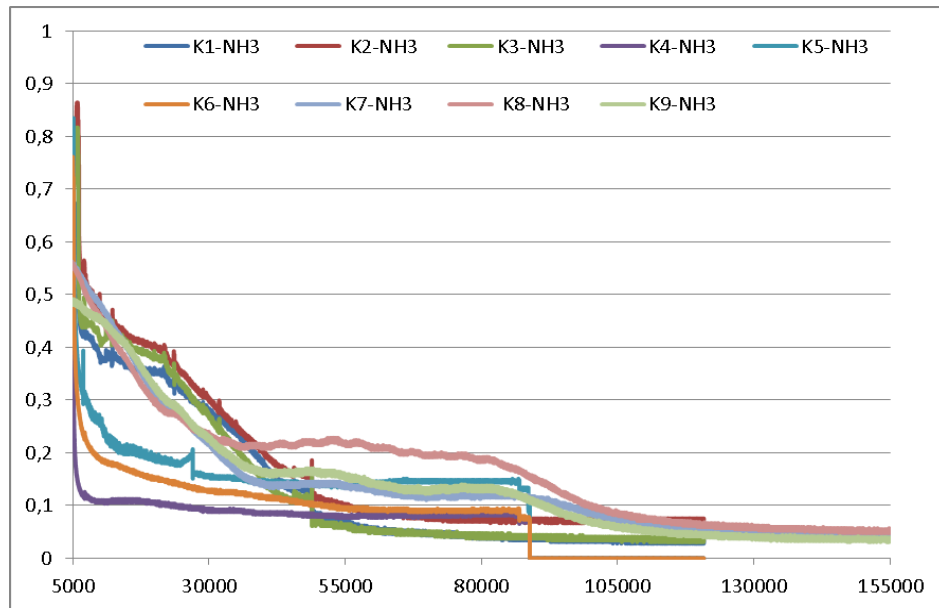
Obrázek 20: Grafické znázornění průběhu při monitorování NH_3 – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [s].

Třetí série měření – kuřecí maso (horní stehna, 10g). Čerstvé v rozmezí od 1 do 0,5 $[R_s/R_0]$; mírně degraduje v intervalu od 0,5 do 0,3 $[R_s/R_0]$; v intervalu od 0,3 do 0 $[R_s/R_0]$ se maso zkazilo.



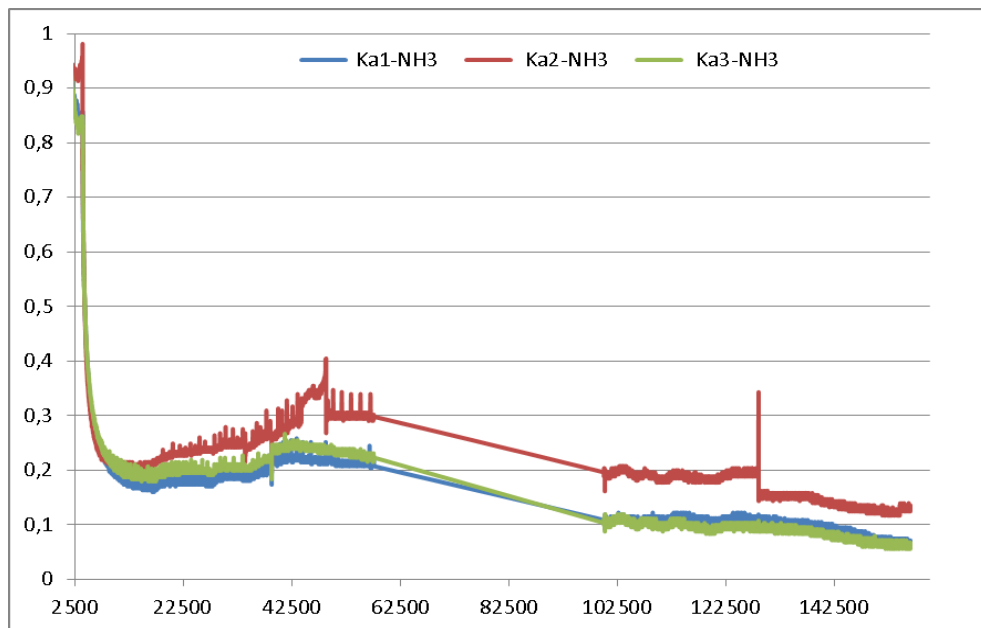
Obrázek 21: Grafické znázornění průběhu při monitorování NH_3 – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [s].

Tento graf reprezentuje souhrn všech křivek z měření amoniaku NH_3 pro kuřecí maso.



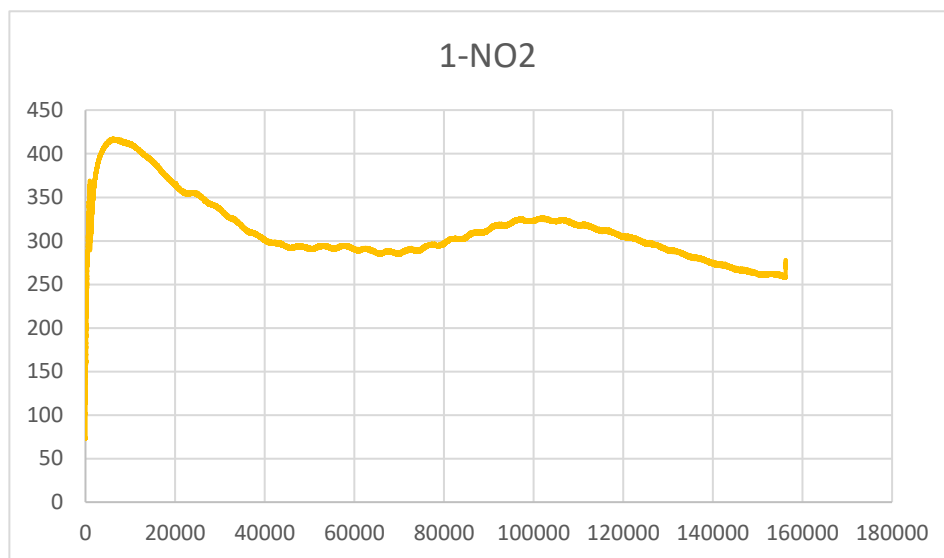
Obrázek 22: Grafické znázornění průběhu při monitorování NH_3 – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [s].

Čtvrtá série měření – rybí maso (hřbetní filet, 10g). Čerstvé v rozmezí od 1 do 0,4 [R_s/R_0]; mírně degraduje v intervalu od 0,4 do 0,2 [R_s/R_0]; v intervalu od 0,2 do 0 [R_s/R_0] se maso zkazilo. Při měření tohoto vzorku došlo k výpadkům napájení, tudíž lineární křivky uprostřed grafu jsou důsledkem výpadku dat, při sběru hodnot ze senzorů.



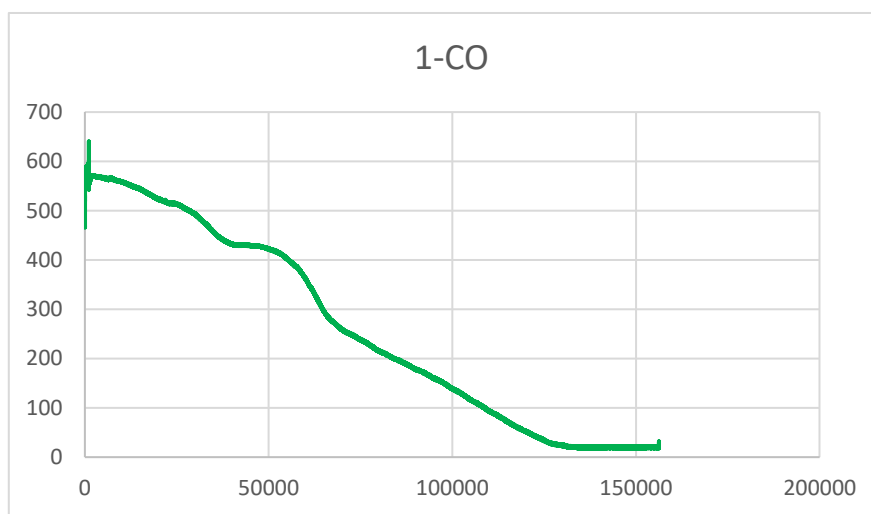
Obrázek 23: Grafické znázornění průběhu při monitorování NH_3 – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [s].

Následující výsledky NO_2 a CO byly naměřeny současně při měření amoniaku. Jsou to data, která byla získána paralelně při měření první a druhé série – kuřecí maso (horní stehna, 10g). Čerstvé v rozmezí od 450 do 350 [R_s/R_0]; mírně degraduje v intervalu od 350 do 300 [R_s/R_0]; v intervalu od 300 do 0 [R_s/R_0] se maso zkazilo.



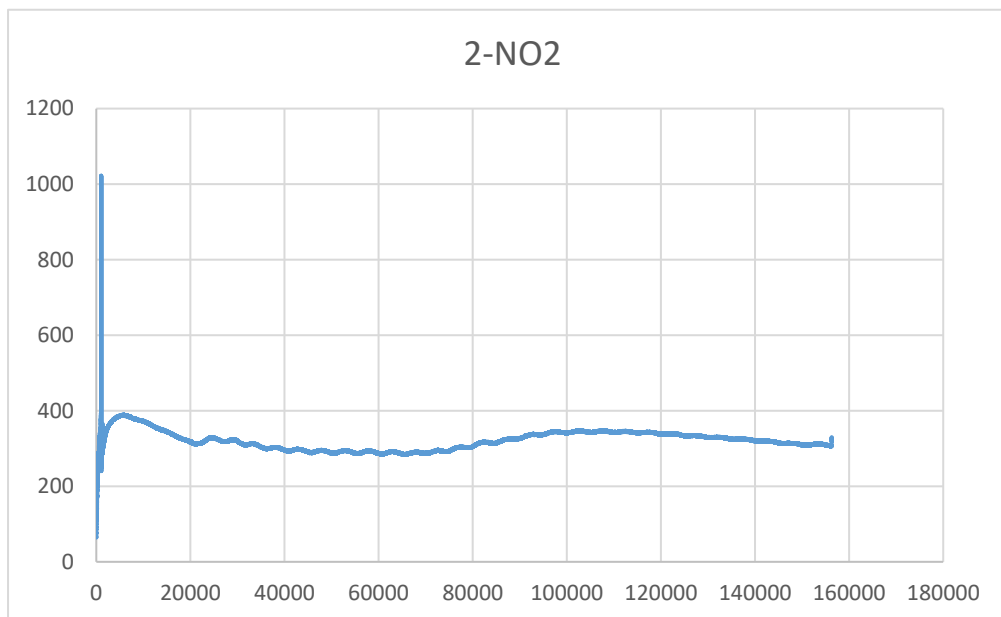
Obrázek 24: Grafické znázornění průběhu při monitorování NO_2 – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [s].

Měření CO by mohlo reprezentovat další zajímavý ukazatel, který by mohl být dále studován v souvislosti s výskytem amoniaku. Jelikož má do určité míry jasně redukovatelné chování. Čerstvé v rozmezí od 700 do 500 [R_s/R_0]; mírně degraduje v intervalu od 500 do 400 [R_s/R_0]; v intervalu od 400 do 0 [R_s/R_0] se maso zkazilo.



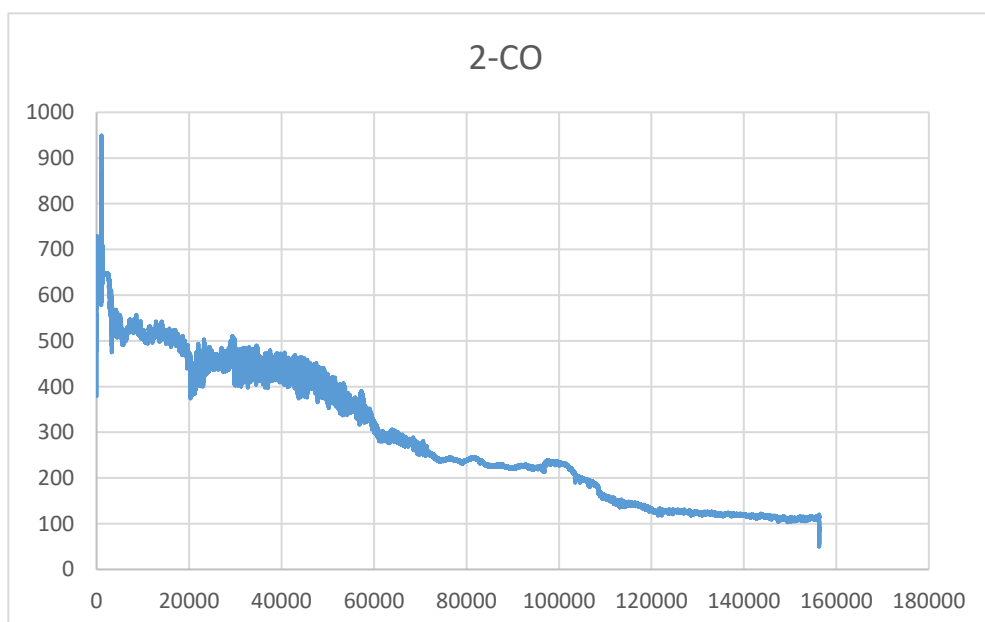
Obrázek 25: Grafické znázornění průběhu při monitorování CO – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [s].

Čerstvé v rozmezí od 1200 do 400 [R_s/R_0]; mírně degraduje v intervalu od 400 do 350 [R_s/R_0]; v intervalu od 350 do 0 [R_s/R_0] se maso zkazilo.



Obrázek 26: Grafické znázornění průběhu při monitorování NO_2 – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [s].

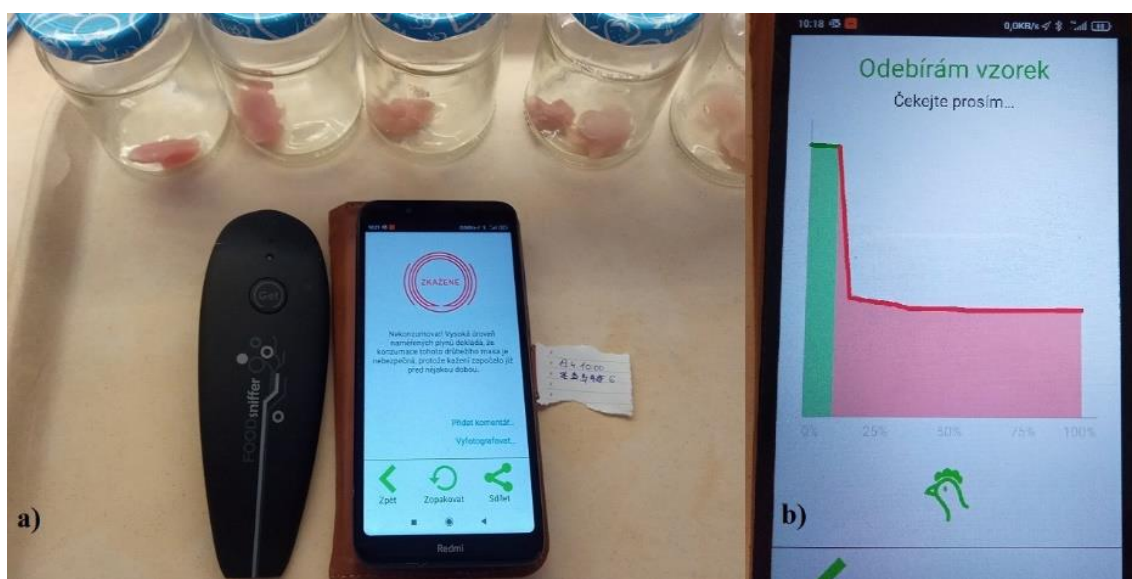
Čerstvé v rozmezí od 1200 do 400 [R_s/R_0]; mírně degraduje v intervalu od 400 do 300 [R_s/R_0]; v intervalu od 300 do 0 [R_s/R_0] se maso zkazilo.



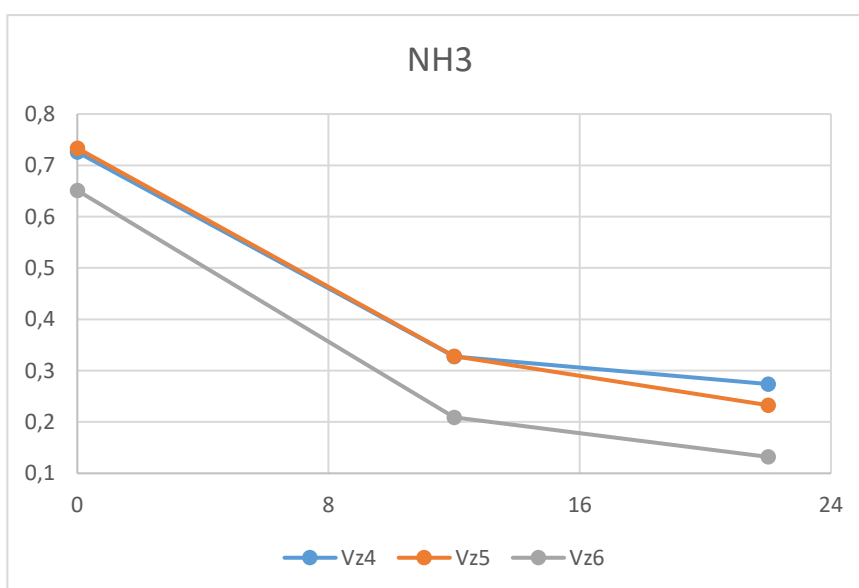
Obrázek 27: Grafické znázornění průběhu při monitorování CO – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [s].

13.1 Výsledky z kontrolních měření

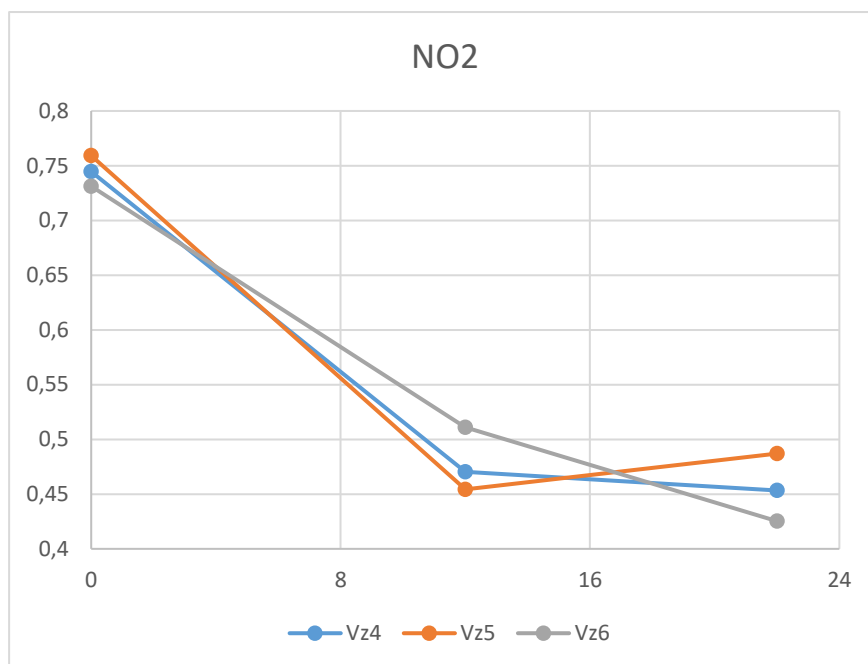
Při měření byly kontrolně měřeny vzorky kuřecího masa v časových intervalech 0h, 12h, 22h v oddělených sklenicích stejného objemu 200ml a se stejnými navážkami 10g masa na sklenici pomocí komerčního přenosného ručního analyzátoru FOODsniffer – „elektronický nos“, který je určen k zjištění stavu o čerstvosti a to rovněž na základě uvolňování plynů při skladování masa. Naměřená kontrolní data potvrdila poměrovou správnost naměřených dat pomocí experimentálního jednočipového mikrokontroléru.



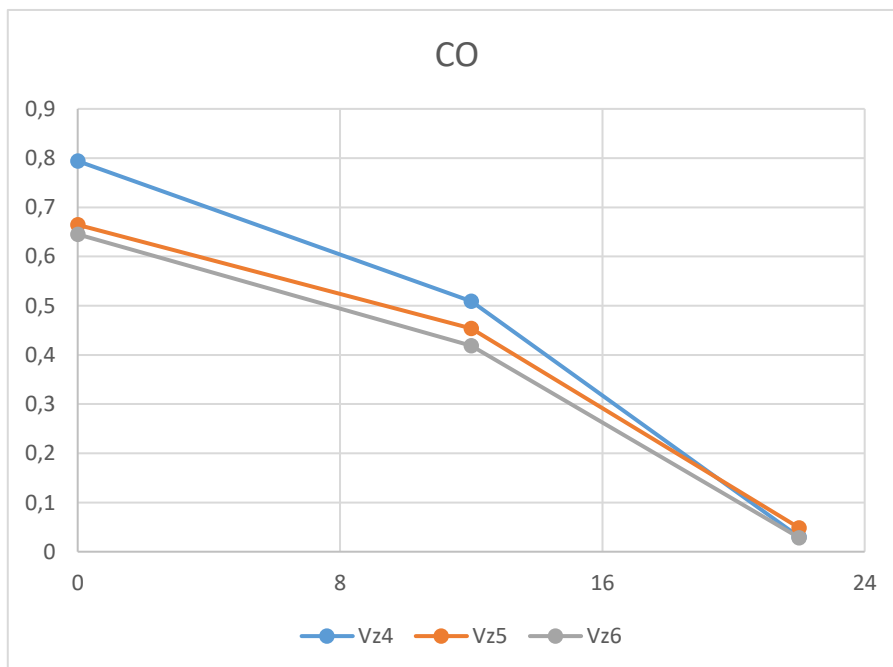
Obrázek 28: a) Fotografie komerčního zařízení (FOODsniffer) pro kontrolu čerstvosti u masa, b) aplikace k odebrání a vyhodnocení vzorků plynů.



Obrázek 29: Grafické znázornění průběhu při monitorování NO_3 pomocí komerčního zařízení – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [h].



Obrázek 30: Grafické znázornění průběhu při monitorování NO_3 pomocí komerčního zařízení – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [h].



Obrázek 31: Grafické znázornění průběhu při monitorování CO pomocí komerčního zařízení – osa y znázorňuje poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Na ose x je uveden čas t [h].

14 DISKUZE

Výsledky byly interpretovány pomocí grafů, jež ukazují, že použitá metoda měření je v praxi uplatnitelná. Důvodem, proč křivky měřených plynů klesají a nerostou, je to, že je měřena změna elektrického odporu (R_s/R_0) a ta se zvýšením koncentrace plynů klesá. Poměr (R_s/R_0) je interpretován jako poměr odporu vrstvy senzoru při měření k odporu vrstvy na čistém vzduchu. Použitý senzor v této diplomové práci reaguje na tři druhy plynů a to tak, že při měření se mění hodnota elektrického odporu u všech plynů. Z hlediska eventuální budoucí kalibrace zařízení je na tento klesající trend brán ohled. Hlavním, důležitým a sledovaným plynem u všech měřených vzorků mas v této práci je amoniak. Některé literární prameny uvádějí nárůst amoniaku přímo v grafu, to je způsobeno tím, že používají jiný typ již kalibrovaného senzoru a data jsou pak zapisována přímo s přepočtem nebo používají jiná laboratorní stanovení amoniaku.

Jak uvádí ve své studii například Schneiderová (2004), kde byl Conwayovou metodou u vepřové krkovice a kotlety sledován nárůst množství amoniaku jako indikátoru kažení masa. Závislost množství NH_3 (%) na době skladování byla pozorována 29 dní. První dny se amoniak v mase pohyboval v rozmezí 11 až 12 %, poslední dny kusy masa vykazovaly nárůst obsahu amoniaku v rozmezí 21 až 45 % v závislosti na pokusu a typu masa. Jiná studie taktéž monitorovala kvalitu masa v reálném čase. Jednalo se o kuřecí balené maso, kde senzorem pro nárůst celkového těkavého dusíku (TVB – N) a amoniaku byl indikační proužek připevněn uvnitř balení. Kusy masa byly skladovány při teplotě 4 ± 1 °C. První den se hladina amoniaku pohybovala okolo 26 mg/100g, pátý den byla hladina amoniaku okolo 39 mg/100g a den sedmý dosahovaly hodnoty 56 mg/100g. Stejně tak se v průběhu skladování zvýšily hodnoty TVB – N (Soni, 2018).

Přepočet změny elektrického odporu na hodnoty amoniaku a dalších plynů nebyl realizován, jelikož by bylo nutné provádět velké množství měření pomocí jiných metod a to by vzhledem k dálkové formě studia a okolnostem spojených s pandemií Covidu – 19 řešení diplomové práce značně časově protáhlo. Nicméně, vycházíme z křivkového trendu grafů, kdy lze vypočítat a jasně stanovit oblasti, intervaly v grafu, kdy docházelo ke změnám. Naměřené data byla kontrolně verifikována pomocí komerčního přenosného ručního analyzátoru FOODsniffer.

Důležité je také zmínit, že každý druh masa může mít rozdílnou dobu uvolnění i velmi rozdílné koncentrace sledovaných plynů, takže by bylo nutností vytvořit velkou databázi, která by byla nezbytná pro zpřesňování výsledků.

Citlivost senzoru je vysoká. Na základě naměřených hodnot lze konstatovat, že časy, kdy dochází k výskytu plynů, které indikují změny při procesu skladování masa, jsou velmi krátké. Hlavní předností je tedy několik aspektů při implementaci tohoto řešení indikace čerstvosti. Mezi hlavní lze zařadit zdravotní i ekonomické hledisko a v neposlední řadě šetrnost k přírodě v podobě ekologického hlediska, kdy se zabráňuje zbytečnému plýtvání potravinami po uplynutí data spotřeby.

ZÁVĚR

Diplomová práce prověřila možnosti monitorování průběhu kažení masa v domácích podmínkách. Měření byla provedeny v několika cyklech u dvou druhů masa a to u kuřecího a rybího masa. Cílem je zjištěné poznatky v budoucnu aplikovat v praxi, například v podobě miniaturního senzoru pro plastové a jiné obaly, do kterých se maso ukládá v domácích podmínkách po zakoupení v řeznictví nebo jiném obchodě s potravinami. Inteligentní nádoby a obaly do domácností se postupem času stanou velmi efektivním marketingovým nástrojem. Důvodem, proč byla tato práce řešena, je v neposlední řadě i ochrana zdraví lidí. Jelikož ne vždy je na první pohled poznat, že uskladněné maso obsahuje nebezpečné látky vznikající během uskladnění v chladničce.

Měření uvolňovaných plynů při skladování masa hraje důležitou roli v porozumění kvalitě potravin. Teoretická část práce vymezila základní pojmy z problematiky chemického složení, zrání a skladování masa. První strany byly věnovány legislativním nařízením a analýze rizika u problematiky HACCP. Obširnou kapitolou se stala mikrobiologie syrového masa a v závěrečné fázi je věnována pozornost obalové technologii masa, inovacím v tomto oboru a průběhu vzniku nežádoucích těkavých metabolitů. Protože v důsledku biologické činnosti masa dochází ke změně plynů uvnitř obalů a dovednost detekce těchto analytů pomocí chytrých senzorů je v masném odvětví žádaná a velmi důležitá z hlediska bezpečnosti v každém kroku technologického řetězce i následného skladování masa.

Praktická část práce shrnula v podobě grafů naměřené výsledky a poukázala na jejich praktickou aplikaci ve velmi pochopitelné až triviální interpretaci pomocí trojbarevné stupnice. Vyhodnocení o aktuálním stavu masa v lednici by mohlo být snáze dostupné i široké veřejnosti a to bez nutnosti znalosti dané problematiky.

Budoucím krokem této práce by bylo možné tento systém otestovat na větším množství vzorků mas, jak z hlediska druhů mas, tak z hlediska opakování cyklů měření, které by přispěly k dotčení kalibračních limitů použité technologie.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- Adzitey, Frederik a Huda, Nurul. 2011.** Pale soft exudative (PSE) and dark firm dry (DFD) meats: Causes and measures to reduce these incidences—A mini review. *International Food Research Journal*. 2011, 18, stránky 11-20.
- Agrofyto. 2019.** Bio hovězí maso. *Agrofyto, spol. s r.o. – Ekofarma Lidečko*. [Online] 2019. [Citace: 6. Květen 2021.] <https://www.agrofyto.cz/bio-hovezi-maso/>.
- Alamdari, Navid Etebari, a další. 2021.** A novel paper-based and pH-sensitive intelligent detector in meat and seafood packaging. *Talanta (Oxford)*. 2021, Sv. 224, stránky 121913-121913.
- Albrecht, E., Wegner, J. a Ender, K. 1996.** R. A New Technique for Objective Evaluation of Marbling in Beef. *Fleischwirtschaft*. 1996, Sv. 76, 11, stránky 1145-1148.
- Biswas, Ashim Kumar a Mandal, Prabhat Kumar. 2020.** *Meat Quality Analysis Advanced Evaluation Methods, Techniques, and Technologies*. Elsevier : Academic Press, 2020. ISBN: 978-0-12-819233-7.
- Casaburi, Annalisa, a další. 2015.** Bacterial populations and the volatillome associated to meat spoilage. *Food Microbiology*. 2015, Sv. 45, stránky 83-102.
- Český statistický úřad. 2020.** Spotřeba potravin 2019. *Český statistický úřad*. [Online] ČSÚ, 2020. [Citace: 28. Únor 2021.] <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2019>.
- Chen, Yu, a další. 2017.** Low cost smart phone diagnostics for food using paper-based colorimetric sensor arrays. *Food Control*. 2017, Sv. 82, stránky 227-232.
- Cheng, Weiwei, a další. 2015.** Marbling Analysis for Evaluating Meat Quality. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2015, Sv. 14.
- Djenane, Djamel a Roncalés, Pedro. 2018.** Carbon Monoxide in Meat and Fish Packaging: Advantages and Limits. *Foods*. 2018, Sv. 7, 2, str. 12.
- Doulgeraki, Agapi I., a další. 2012.** Spoilage microbiota associated to the storage of raw meat in different conditions. *International Journal of Food Microbiology*. 2012, Sv. 157, 2, stránky 130-141.
- Elmasry, Gamal, a další. 2012.** Quality Evaluation by Hyperspectral Imaging Technique: An Overview. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2012, 52:8, stránky 689-711.
- Eurlex. 178/2002.** Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 ze dne 28. ledna 2002, kterým se stanoví obecné zásady a požadavky potravinového práva, zřizuje se Evropský úřad pro bezpečnost potravin a stanoví postupy týkající se bezpečnosti potravin.

- EUR-Lex: Právo EU.* [Online] Úřad pro publikace Evropské unie, 178/2002. [Citace: 23. Leden 2021.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32002R0178>.
- Eurlex. 852/2004.** Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 ze dne 29. dubna 2004 o hygieně potravin. *EUR-Lex: Právo EU.* [Online] Úřad pro publikace Evropské unie, 852/2004. [Citace: 18. Únor 2021.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32004R0852>.
- Eurlex. 853/2004.** Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. *EUR-Lex: Právo EU.* [Online] Úřad pro publikace Evropské unie, 853/2004. [Citace: 28. Únor 2021.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32004R0853>.
- Eurlex. 2073/2005.** Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny. *EUR-Lex: Právo EU.* [Online] 2073/2005. [Citace: 22. Duben 2021.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32005R2073>.
- Fang, Zhongxiang. 2017.** Active and intelligent packaging in meat industry. *Trends in Food Science & Technology.* 2017, Sv. 61.
- Feiner, Gerhard. 2006.** *Meat Products Handbook - Practical Science and Technology.* Elsevier Science : Woodhead Publishing, 2006. ISBN 978-1-84569-050-2.
- Forsythe, Stephen J. 2020.** *The Microbiology of Safe Food.* Newark : John Wiley & Sons, Incorporated, 2020. ISBN: 1119405017; 9781119405016.
- Gotoh, Takafumi, a další. 2018.** The Japanese Wagyu beef industry: Current situation and future prospects - A review. *Asian Australasian Journal of Animal Sciences.* 2018, Sv. 31, 7:933-950.
- Gracey, J. F., Collins, David S. a Huey, Robert J. 2015.** *Gracey's Meat Hygiene [online].* 11. Hoboken : John Wiley & Sons, Incorporated, 2015. str. 348. ISBN: 9781118650004.
- Gram, L., a další. 2002.** Food spoilage interactions between food spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology.* 2002, Sv. 78, 1-2.
- Harper, G. S. a Pethick, D. W. 2001.** *The Physiology of marbling: What is it, and why does it develop.* Australia : Marbling Symposium, 2001.
- Hrabě, Jan, Březina, Pavel a Valášek, Pavel. 2006.** *Technologie výroby potravin živočišného původu: bakalářský směr.* Zlín : Univerzita Tomáše Bati, 2006. ISBN: 80-7318-405-2.

- Huff-Lonergan, Elisabeth a Lonergan, Steven M. 2005.** Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*. 2005, Sv. 71, stránky 194-204.
- Hui, Y. H. 2012.** *Handbook of Meat and Meat Processing*. ProQuest Ebook Central : CRC Press Taylor & Francis Group, 2012. ISBN 9781439836835.
- Ingr, Ivo. 2003 A.** *Produkce a zpracování masa*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2003 A. ISBN 80-7157-719-7.
- Ingr, Ivo. 2003 B.** Zrání masa a jeho praktický význam. *Český svaz zpracovatelů masa*. [Online] 22. Říjen 2003 B. [Citace: 3. únor 2021.] <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=894>.
- Juncher, Dorte, a další. 2001.** Effect of pre-slaughter physiological conditions on the oxidative stability of colour and lipid during chill storage of pork. *Meat Science*. 2001, Sv. 58, 4, stránky 347-357.
- Kadlec, Pavel, Melzoch, Karel a Voldřich, Michal. 2012.** *Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin*. Ostrava : Key Publishing, 2012. ISBN 978-80-7418-145-0.
- Kameník, Josef. 2016 B.** JAK POZNÁME, ŽE SE MASO ZAČÍNÁ KAZIT? *Společnost pro výživu*. [Online] 2016 B. [Citace: 4. Duben 2021.] <https://www.vyzivaspol.cz/jak-pozname-ze-se-maso-zacina-kazit/>.
- Kameník, Josef. 2014.** *Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa*. Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita, 2014. ISBN 978-80-7305-673-5.
- Kameník, Josef. 2016 A.** O barvě masa. *Společnost pro výživu*. [Online] 2016 A. [Citace: 3. Únor 2021.] <https://www.vyzivaspol.cz/wp-content/uploads/2017/06/Barva-masa-MVDr.-J.-Kamen%C4%82%C2%ADk.pdf>.
- Kerry, J. P., O'grady, M. N. a Hogan, S. A. 2006.** Past, current and potential utilisation of active and intelligent packaging systems for meat and muscle-based products: A review. *Meat Science*. 2006, Sv. 74, 1.
- Kerth, Chris R. 2013.** *The Science of Meat Quality*. ProQuest Ebook Central : John Wiley & Sons, Incorporated, 2013. ISBN: 9780813815435.
- Kopřiva, Vladimír, a další. 2012.** *Vybrané instrumentální metody v biochemických cvičeních – inovované úlohy*. Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita, 2012. str. 47. ISBN: 978-80-7305-627-8.

- Lee, B., Yoon, S. a Choi, Y. M. 2019.** Comparison of marbling fleck characteristics between beef marbling grades and its effect on sensory quality characteristics in high-marbled Hanwoo steer. *Meat Science*. 2019, Sv. 152, stránky 109-115.
- Lonergan, Steven M., Topel, David G. a Marple, Dennis N. 2018.** *The Science of Animal Growth and Meat Technology*. San Diego : Elsevier Science & Technology, 2018. ISBN: 9780128152775.
- Martinaud, Agnes, a další. 1997.** Comparison of Oxidative Processes on Myofibrillar Proteins from Beef during Maturation and by Different Model Oxidation Systems. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 1997, Sv. 45, 7, stránky 2481-2487.
- Matindoust, Samaneh, a další. 2017.** Ammonia gas sensor based on flexible polyaniline films for rapid detection of spoilage in protein-rich foods. *Journal of Materials Science. Materials in Electronics*. 2017, Sv. 28, 11, stránky 7760-7768.
- Mcmillin, Kenneth W. 2017.** Advancements in meat packaging. *Meat Science*. 2017, Sv. 132, ISSN 0309-1740.
- Mcmillin, Kenneth W. 2008.** Where is MAP Going? A review and future potential of modified atmosphere packaging for meat. *Meat Science*. 2008, Sv. 80, 1.
- Melody, J. L., a další. 2004.** Early postmortem biochemical factors influence tenderness and water-holding capacity of three porcine muscles. *Journal of Animal Science*. 2004, 4, stránky 1195-1205.
- Ministerstvo zemědělství. 2009.** HACCP. *Portál eAGRI - resortní portál Ministerstva zemědělství*. [Online] 2009. [Citace: 8. Únor 2021.] <http://eagri.cz/public/web/mze/potravin/hygiena-potravin-a-haacp/haccp/>.
- Ministerstvo zemědělství. 2017.** Zkažené maso v restauraci v Libni. *Internetový portál bezpečnosti potravin*. [Online] 2017. [Citace: 30. Duben 2021.] <https://www.bezpecnostpotravin.cz/zkazene-maso-v-restauraci-v-libni.aspx>.
- Muchenje, V., a další. 2009.** Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review,. *Food Chemistry*. 2009, 112, stránky 279-289.
- Nářízení Komise (ES) č. 2073/2005.** ze dne 15. listopadu o mikrobiologických kritériích pro potraviny. *EUR-Lex*. [Online] [Citace: 15. leden 2021.] <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2005/2073/oj>.
- Nychas, George - John E, a další. 2008.** Meat spoilage during distribution. *Meat Science*. 2008, Sv. 78, 1-2, stránky 77-89.
- OECD. 2021.** Meat consumption. [Online] 2021. [Citace: 1. Květen 2021.]

- Owen, Fennema. 1984.** Water Activity in Muscle and Related Tissues. *American Meat Science Association*. [Online] 1984. [Citace: 5. Únor 2021.] <https://meatscience.org/docs/default-source/publications-resources/rmc/1984/water-activity-in-muscle-and-related-tissues.pdf?sfvrsn=2>.
- Pearson, A. M. a Gillett, T. A. 1996.** *Processed Meats*. místo neznámé : Springer Science & Business Media, 1996. str. 448. ISBN: 0834213044, 9780834213043.
- Pipek, P. 1993.** *Technologie masa I*. Praha : VŠCHT, 1993. ISBN: 80-7080-174-3.
- Pipek, Petr a Dana, Jirotková. 2001.** *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožiznalství živočišných produktů. Část III., Hodnocení a zpracování masa, drůbeže, vajec a ryb*. České Budějovice : Jihočeská univerzita, 2001. ISBN 80-7040-490-6.
- Pohunková, Hana. 1997.** *Chladíme a mrazíme v domácnosti*. Ostrava : BLESK, 1997. str. 126. ISBN: 80-86060-07-1.
- Purslow, Peter P. 2017.** *New Aspects of Meat Quality - From Genes to Ethics*. Elsevier : Woodhead Publishing, 2017. ISBN: 9780081005934.
- Šánek, Lubomír. 2009.** Stanovení základních nutričních charakteristik. *Digitální knihovna UTB*. [Online] 2009. [Citace: 20. Duben 2021.] https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/10146/%C5%A1%C3%A1nek_2009_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Schneiderová, D. a Ingr, I. 2004.** AMMONIA LIKE DETECTOR CORRUPTION IN MEAT . *MendelNet*. [Online] 2004. [Citace: 23. Březen 2021.] <https://mnet.mendelu.cz/mendelnet2004/obsahy/tech/schneiderova.pdf>.
- Seman, Dennis L., a další. 2018.** Meat Science Lexicon. *Meat and Muscle Biology*. 2018, Sv. 2, 3, stránky 1-15.
- Soni, Arvind. 2018.** Development of Colorimetric On-package Indicator for Monitoring of Chicken Meat Freshness during Refrigerated Storage (4±1°C). *Journal of Animal Research*. 2018, Sv. 8, 5, str. 847.
- Státní Zdravotní Ústav.** Základní informace o systému kritických bodů HACCP. [Online] [Citace: 15. Březen 2021.] http://www.szu.cz/uploads/documents/ska/akreditace/HACCP_zakladni_info.pdf.
- Steinhauser, Ladislav. 1995.** *Hygiena a technologie masa*. Brno : LAST, 1995. ISBN: 80-900260-4-4.
- Thompson, J. 2004.** The effects of marbling on flavour and juiciness scores of cooked beef, after adjusting to a constant tenderness. *Animal Production Science*. 2004, Sv. 44, 7, stránky 645-652.

Toldra, Fidel. 2017. *Lawrie's Meat Science*. Cambridge : Elsevier Science & Technology, 2017. ISBN: 0081006942;9780081006948.

Ústav konzervace potravin. *Analýza masa a masných výrobků*. Praha : Vysoká škola chemicko-technologická, Fakulta potravinářské a biochemické technologie.

Velišek, Jan a Hajšlová, Jana, Šedivý, Václav. 2009. *Chemie potravin I*. Tábor : OSSIS, 2009. ISBN 978-80-86659-17-6.

Vlková, Eva, a další. 2006. *Potravinářská mikrobiologie*. Praha : Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006. str. 76. ISBN: 80-213-1583-0.

Vorlová, Lenka, a další. 2012. *Chemie potravin - praktická cvičení*. Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita, 2012. str. 165. ISBN: 978-80-7305-646-9.

Wu, Leilei, Pu, Hongbin a Sun, Da-wen. 2019. Novel techniques for evaluating freshness quality attributes of fish: A review of recent developments. *Trends in Food Science & Technology*. 2019, Sv. 83, stránky 259-273.

Yam, Kit L., Takhistov, Paul T. a Miltz, Joseph. 2005. Intelligent Packaging: Concepts and Applications. *Journal of Food Science*. 2005, Sv. 70, 1.

Zákony pro lidi. Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. *Zákony pro lidi.cz*. [Online] AION CS 2010 - 2021. [Citace: 2. Únor 2021.] <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-69>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

- ACC počet aerobních kolonií /aerobic colony count
- ATP adenosintrifosfát
- AW aktivita vody/water aktivita
- BMS standard mramorování pro hovězí maso/beef marbling standard
- DFD dark, firm, dry
- HACCP analýza nebezpečí a kritické kontrolní body/hazard Analysis and Critical Control Points
- JUT jatečně upravená tělo/těla
- MO mikroorganismy
- MS hmotnostní spektroskopie
- NMR nukleární magnetickou rezonancí
- PC Personal Computer
- PPP provozovatel potravinářského podniku
- PSE pale, soft, exudative
- TBC celkový počet bakterií/total bacteria counts
- TVB – N celkový těkavý zásaditý dusík/total volatile basic nitrogen
- TVC počet životaschopných MO /total viable count
- UV/VIS ultra viditelná spektroskopie
- WHC water holding capacity

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1: <i>SPOTŘEBA MASA V HODNOTĚ NA KOSTI NA OBYVATELE ZA ROK (ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD, 2020)</i>	11
OBRÁZEK 2: <i>HOVĚZÍ MASO (AGROFYTO, 2019)</i>	12
OBRÁZEK 3: <i>GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU HODNOT PH DFD MASA, VEPŘOVÉHO MASA JAKOSTI NORMÁLNÍ A PSE MASA V PRVNÍCH 24 HODINÁCH POST MORTEM (HRABĚ, A DALŠÍ, 2006)</i>	23
OBRÁZEK 4: <i>PŘEHLED PRŮBĚHU SNIŽOVÁNÍ TEPLOT BĚHEM ZMRAZENÍ MASA (FEINER, 2006)</i>	26
OBRÁZEK 5: <i>TVORBA LEDOVÝCH KRYSTALŮ: (A) MALÉ IZOLOVANÉ KRYSTALY; B) VĚTŠÍ LEDOVÉ KRYSTALY; C) VELKÉ SPOJENÉ LEDOVÉ KRYSTALY (FEINER, 2006)</i>	27
OBRÁZEK 6: <i>CYKLUS BARVY ČERSTVÉHO ČERVENÉHO MASA (DJENANE, A DALŠÍ, 2018)</i>	30
OBRÁZEK 7: <i>STANDARD PRO MRAMOROVÁNÍ HOVĚZÍHO MASA V JAPONSKU (GOTOH, A DALŠÍ, 2018)</i>	34
OBRÁZEK 8: <i>ZKAŽENÉ HOVĚZÍ MASO – ZMĚNA BARVY A KONZISTENCE (MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ, 2017)</i>	39
OBRÁZEK 9: <i>VÝVIN BARVY V PRŮBĚHU SKLADOVÁNÍ (21 DNŮ) HOVĚZÍHO MASA V MODIFIKOVANÉ ATMOSFÉŘE V 1 ± 1 °C (DJENANE, A DALŠÍ, 2018)</i>	44
OBRÁZEK 10: <i>CONWAYOVA NÁDOBK (ŠÁNEK, 2009)</i>	47
OBRÁZEK 11: <i>SCHEMATICKÉ ZAPOJENÍ SYSTÉMU PRO MĚŘENÍ PLYNŮ ZE VZORKŮ MASA</i>	53
OBRÁZEK 12: <i>FOTOGRAFIE SENZORU MICS-6814, SNÍMEK POŘÍZEN POD LUPOU</i>	54
OBRÁZEK 13: <i>PRÁZDNÉ SKLENICE O OBJEMU 200ML NA VZORKY MASA OPATŘENÉ SENZORY, MIKROKONTROLÉR</i>	54
OBRÁZEK 14: <i>SKLENICE O OBJEMU 200ML SE VZORKY MASA PŘIPRAVENÉ K MĚŘENÍ POMOCÍ SENZORŮ, MIKROKONTROLÉR</i>	55
OBRÁZEK 15: <i>MIKROKONTROLÉR S ROZSVÍCENOU ZELENOU BARVOU NA DISPLEJI NÁM ZNÁZORNŮJE, ŽE SE MASO NEKAZÍ. JE VE VYNIKAJÍ KONDICI</i>	55

- OBRÁZEK 16: *MIKROKONTROLÉR S ROZSVÍCENOU ORANŽOVOU BARVOU NA DISPLEJI UPOZORŇUJE NA TO, ŽE SE MASO MŮŽE ZAČÍT MÍRNĚ KAZIT. MASO JE NUTNÉ NEPRODLENĚ ZPRACOVAT.56*
- OBRÁZEK 17: *MIKROKONTROLÉR S ROZSVÍCENOU ČERVENOU BARVOU NA DISPLEJI NÁM SIGNALIZUJE, ŽE SE MASO ZKAZILO. MASO NENÍ VHODNÉ KE KONZUMACI.56*
- OBRÁZEK 18: *UKÁZKA ULOŽENÍ SKLENIC S MASEM V LEDNICI, SBĚR DAT POMOCÍ MIKROKONTROLÉRU.57*
- OBRÁZEK 19: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ NH₃ – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [S]. ...58*
- OBRÁZEK 20: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ NH₃ – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [S]. ...59*
- OBRÁZEK 21: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ NH₃ – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [S]. ...59*
- OBRÁZEK 22: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ NH₃ – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [S]. ...60*
- OBRÁZEK 23: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ NH₃ – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [S]. ...60*
- OBRÁZEK 24: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ NO₂ – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [S]. ...61*
- OBRÁZEK 25: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ CO – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [S]. 61*
- OBRÁZEK 26: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ NO₂ – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [S]. ...62*

- OBRÁZEK 27: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ CO – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [S].* 62
- OBRÁZEK 28: *A) FOTOGRAFIE KOMERČNÍHO ZAŘÍZENÍ (FOODSNIFFER) PRO KONTROLU ČERSTVOSTI U MASA, B) APLIKACE K ODEBÍRÁNÍ A VYHODNOCENÍ VZORKŮ PLYNŮ.* 63
- OBRÁZEK 29: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ NO₃ POMOCÍ KOMERČNÍHO ZAŘÍZENÍ – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [H].* 63
- OBRÁZEK 30: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ NO₃ POMOCÍ KOMERČNÍHO ZAŘÍZENÍ – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [H].* 64
- OBRÁZEK 31: *GRAFICKÉ ZNÁZORNĚNÍ PRŮBĚHU PŘI MONITOROVÁNÍ CO POMOCÍ KOMERČNÍHO ZAŘÍZENÍ – OSA Y ZNÁZORŇUJE POMĚR ODPORU VRSTVY SENZORU PŘI MĚŘENÍ K ODPORU VRSTVY NA ČISTÉM VZDUCHU. NA OSE X JE UVEDEN ČAS T [H].* 64

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1: <i>CHEMICKÉ SLOŽENÍ LIBOVÉ SVALOVINY</i> (KADLEC, A DALŠÍ, 2012).	15
TABULKA 2: <i>OBSAH MINERÁLNÍCH LÁTEK V MASE NA 100 G PORCE</i> (PURSLOW, 2017).	18
TABULKA 3: <i>OBSAH VITAMINŮ V MASE NA 100 G PORCE</i> (PURSLOW, 2017).....	19
TABULKA 4: <i>OBSAH AMONIAKU V MASE</i> (KOPŘIVA, A DALŠÍ, 2012).	41

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Katalogový list použitého senzoru

PŘÍLOHA P I: KATALOGOVÝ LIST POUŽITÉHO SENZORU

Data Sheet

MiCS-6814
1143 rev 8



The MiCS-6814 is a compact MOS sensor with three fully independent sensing elements on one package.

The MiCS-6814 is a robust MEMS sensor for the detection of pollution from automobile exhausts and for agricultural/industrial odors.



Features

- Smallest footprint for compact designs (5 x 7 x 1.55 mm)
- Robust MEMS sensor for harsh environments
- High-volume manufacturing for low-cost applications
- Short lead-times

Detectable gases

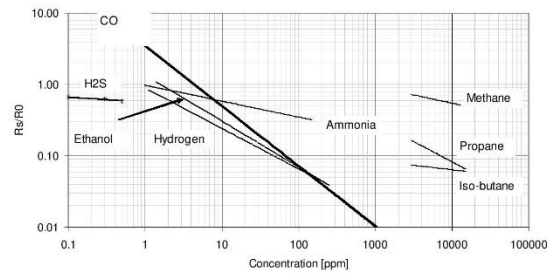
• Carbon monoxide	CO	1 – 1000ppm
• Nitrogen dioxide	NO ₂	0.05 – 10ppm
• Ethanol	C ₂ H ₅ OH	10 – 500ppm
• Hydrogen	H ₂	1 – 1000ppm
• Ammonia	NH ₃	1 – 500ppm
• Methane	CH ₄	>1000ppm
• Propane	C ₃ H ₈	>1000ppm
• Iso-butane	C ₄ H ₁₀	>1000ppm

For more information please contact:

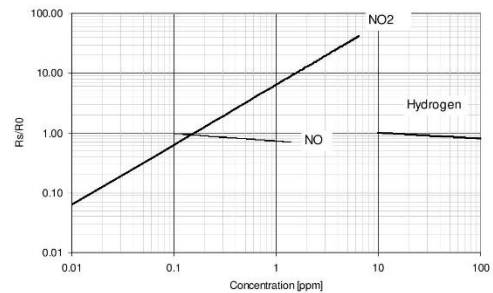
info.em@sgxsensortech.com

SGX Sensortech, Courtils 1
CH-2035 Corcelles-Cormondrèche
Switzerland

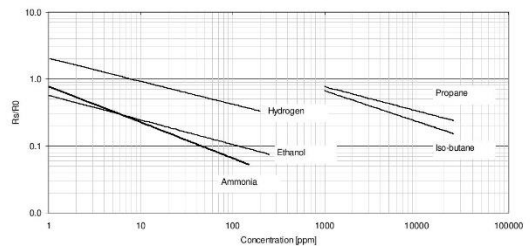
www.sgxsensortech.com



RED sensor, continuous power ON, 25°C, 50% RH



OX sensor, continuous power ON, 25°C, 50% RH



NH3 sensor, continuous power ON, 25°C, 50% RH

Performance RED sensor

Characteristic RED sensor	Symbol	Typ	Min	Max	Unit
Sensing resistance in air (see note 1)	R_0	-	100	1500	$k\Omega$
Typical CO detection range	FS		1	1000	ppm
Sensitivity factor (see note 2)	S_{60}	-	1.2	50	-

Performance OX sensor

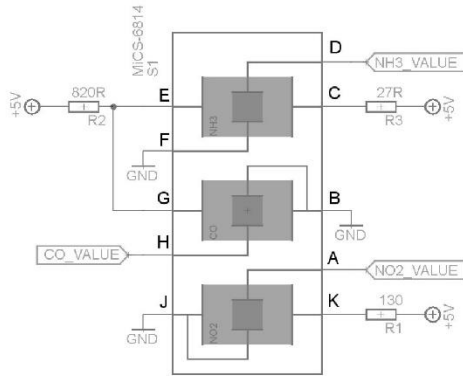
Characteristic OX sensor	Symbol	Typ	Min	Max	Unit
Sensing resistance in air (see note 1)	R_0	-	0.8	20	$k\Omega$
Typical NO ₂ detection range	FS		0.05	10	ppm
Sensitivity factor (see note 3)	S_R	-	2	-	-

Performance NH3 sensor

Characteristic OX sensor	Symbol	Typ	Min	Max	Unit
Sensing resistance in air (see note 1)	R_0	-	10	1500	$k\Omega$
Typical NH ₃ detection range	FS		1	300	ppm
Sensitivity factor (see note 4)	S_R	-	1.5	15	-

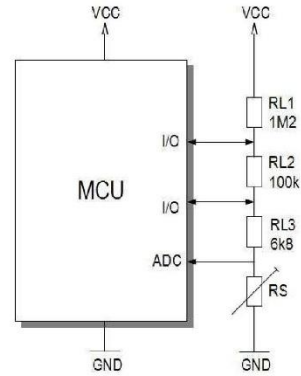
Notes:

1. Sensing resistance in air R_0 is measured under controlled ambient conditions, i.e. synthetic air at 23 ± 5°C and 50 ± 10% RH for RED sensor and synthetic air at 23 ± 5°C and ≤ 5% RH for OX sensor. Sampling test.
2. Sensitivity factor is defined as R_s in air divided by R_s at 60 ppm CO. Test conditions are 23 ± 5°C and 50 ± 10% RH. Indicative values only. Sampling test.
3. Sensitivity factor is defined as R_s at 0.25 ppm NO₂, divided by R_s in air. Test conditions are 23 ± 5°C and ≤ 5% RH. Indicative values only. Sampling test.
4. Sensitivity factor is defined as R_s in air divided by R_s at 1 ppm of NH₃. Test conditions are 23 ± 5°C and 50 ± 10% RH. Indicative values only. Sampling test.



MiCS-6814 with recommended supply circuit (top view)

R1 is 130 Ohms, R2 is 820 Ohms and R3 is 27 Ohms. These resistors are necessary to obtain the right temperatures on the three independent heaters while using a single 5 V power supply. The resulting voltages are typically $V_{hRED} = 2.4$ V, $V_{hOX} = 1.7$ V and $V_{hNH3} = 2.2$ V.

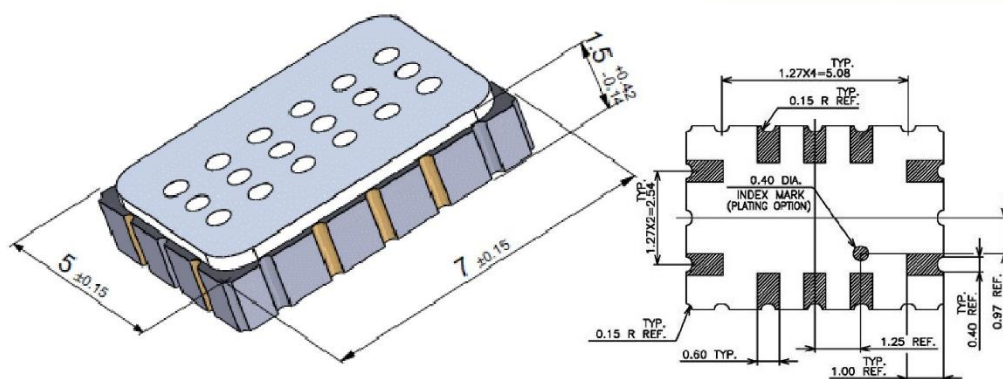


MiCS-6814 with measurement circuit (top view)

The example above shows the principle to read a resistance between 1 kOhms and 2MOhms with a 8bit A/D converter. Depending on the application and on the precision of the A/D converter, a single load resistor of 56 kOhms may be sufficient. Rload must be 820 Ohms at the lowest in order not to damage the sensitive layer.

Parameter	Symbol	Typ	Min	Max	Unit
RED sensor/OX sensor/NH3 sensor					
Heating power	P_H	76/43/66	71/30/60	81/50/73	mW
Heating voltage	V_H	2.4/1.7/2.2	-	-	V
Heating current	I_H	32/26/30	-	-	mA
Heating resistance at nominal power	R_H	74/66/72	66/59/64	82/73/80	Ω

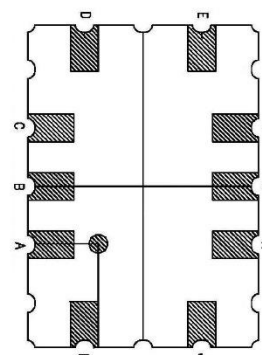
Rating	Symbol	Value / Range	Unit
Maximum heater power dissipation	P_H	88	mW
Maximum sensitive layer power dissipation	P_s	8	mW
Voltage supply/Heating current	V_{supply}	4.9 – 5.1	V
Relative humidity range	RH	5 – 95	%RH
Ambient operating temperature	T_{amb}	-30 – 85	$^{\circ}C$
Storage temperature range	T_{sto}	-40 – 120	$^{\circ}C$
Storage humidity range	RH_{sto}	5 - 95	%RH



Package outline dimensions

The package is compatible with SMD assembly process.

Pin	Connection
A	Rs2
B	Rh1 RED, Rs1 RED
C	Rh1 NH ₃
D	Rs1 NH ₃
E	Rh2 NH ₃
F	Rs2 NH ₃
G	Rh2 RED
H	Rs2 RED
J	Rh1 OX, Rs1 OX
K	Rh2 OX

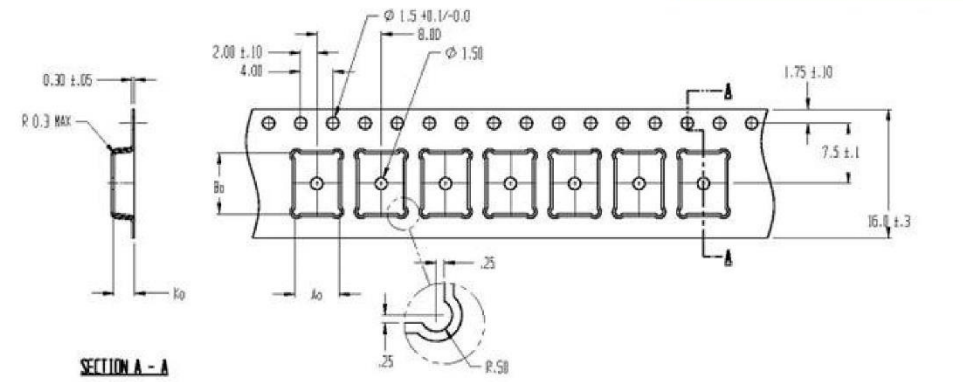


MiCS-6814 configuration (bottom view)

Sensor configuration

The silicon gas sensor structure consists of an accurately micro machined diaphragm with an embedded heating resistor and the sensing layer on top.

The MiCS-6814 includes three sensor chips with independent heaters and sensitive layers. One sensor chip detects oxidising gases (OX), the other sensor detects reducing gases (RED) and the other detects NH₃. The internal connections are shown above.

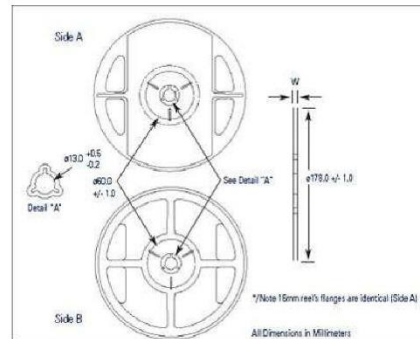


Packaging

The sensors are packaged in a tape and reel for expedition.

The sensors are placed in a carrier type. The dimensions of the cavity are 5.5 x 7.5 x 2.5 mm (the tolerance is +/- 0.2 mm).

The outside dimension of the reel is either 178 +/- mm (for a maximum of 700 sensors) or 330 +/- 0.25 / -4 mm (for a maximum of 2000 sensors).



IMPORTANT PRECAUTIONS:

Read the following instructions carefully before using the MiCS-6814 described here to avoid erroneous readings and to prevent the device from permanent damage.

- The sensor must be reflow soldered in a neutral atmosphere, without soldering flux vapours.
- The sensor must not be exposed to high concentrations of organic solvents, silicone vapours or cigarette-smoke in order to avoid poisoning the sensitive layer.
- Heater voltage above the specified maximum rating will destroy the sensor due to overheating.
- This sensor is to be placed in a filtered package that protects it against water and dust projections.
- SGX sensortech strongly recommends using ESD protection equipment to handle the sensor.

For more information please contact:

info.em@sgxsensortech.com

SGX Sensortech, Courtils 1
CH-2035 Corcelles-Cormondrèche
Switzerland

www.sgxsensortech.com

Whilst SGX sensortech has taken care to ensure the accuracy of the information contained herein it accepts no responsibility for the consequences of any use thereof and also reserves the right to change the specification of goods without notice. SGX sensortech accepts no liability beyond the set out in its standard conditions of sale in respect of infringement of third party patents arising from the use of tubes or other devices in accordance with information contained herein.