

Monitorování čerstvosti drůbežího masa pomocí experimentálního zařízení

Bc. Monika Starostková

Diplomová práce
2022



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická
Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Monika Starostková**
Osobní číslo: **T20062**
Studijní program: **N0721A210004 Technologie potravin**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Monitorování čerstvosti drůbežního masa pomocí experimentálního zařízení**

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši na zadané téma.
2. Zhodnoťte dosavadní stav v oblasti metod pro stanovování čerstvosti drůbežního masa na základě vyhledaných literárních zdrojů.
3. Navrhněte vhodnou metodiku monitorování čerstvosti drůbežního masa pomocí elektronického experimentálního zařízení na principu e-nosu a porovnejte s monitorováním změn v obsahu amoniaku měřeného analytickou metodou. Navrženou metodiku ověřte na několika vybraných vzorcích drůbežního masa při různých skladovacích teplotách. U všech vzorků zohledňujte a ověřte datum porážky a dobu použitelnosti masa.
4. Vyhodnoťte naměřená data, popište provedená měření, všechny výsledky interpretujte pomocí grafů, případně i tabulek a textového popisu.
5. Vzniklé závěry dostatečně popište a diskutujte.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] HUI, Y. H. and J. L. AALHUS, ed. *Handbook of meat and meat processing*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, c2012, 957 p. ISBN 9781439836842
- [2] JENSEN, Werner Klinth, Carrick DEVINE a Michael DIKEMAN, ed. *Encyclopedia of Meat Sciences*. Amsterdam: Elsevier/Academic Press, 2004, 1500 p. ISBN 9780080924441
- [3] KERRY, Joseph, John KERRY and David LEDWARD. *Meat processing: improving quality*. 1st ed. Cambridge, England: Woodhead Publishing, 2002, 464 p. ISBN 978-1-85573-583-5
- [4] JAMES, S.J and C. JAMES. *Meat refrigeration*. Cambridge, England: Woodhead Publishing, 2002, 347 p. ISBN 978-1855734425.
- [5] VELÍSEK, Jan. *Chemie potravin*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS, 2002. ISBN 80-86659-01-1
- [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.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. et Ing. Anna Adámková, Ph.D.**
Ústav analýzy a chemie potravin

Datum zadání diplomové práce: **31. prosince 2021**
Termín odevzdání diplomové práce: **13. května 2022**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 18. února 2022

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, považuji se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

•
Prohlašuji,

- že jsem 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 drůbežího masa a změnami při jeho uchovávání. Teoretická část práce popisuje drůbeží maso co se týká jeho složení, skladování, zrání, údržnosti, mikrobiologie a legislativy. Byly zhodnoceny vhodné obaly a jejich využití pro uchování drůbežího masa, byly popsány metody pro měření amoniaku. Praktická část práce se zabývá měřením plynů uvolňujících se při skladování masa. Za pomoci experimentálního zařízení při uchování masa v chladícím zařízení, byly sledovány konkrétní plyny především amoniak (NH_3). Spektrofotometrická metoda byla prováděna za přídavku Nesslerova činidla. Výsledky stanovení v mase je možné využít pro zařazení masa do kategorie dle čerstvosti (čerstvé, počínající rozklad a zkažené). Výsledky práce hledají limity použitelnosti přehledného indikátoru pro zjištění čerstvosti masa pro spotřebitele, kteří vyžadují kvalitní maso na prodejních pultech řetězců potravin.

Klíčová slova: drůbeží maso, experimentální zařízení, amoniak, čerstvost masa

ABSTRACT

The diploma thesis deals with the issue of freshness of poultry meat and changes in its preservation. The theoretical part describes poultry meat in terms of its composition, storage, maturation, preservation, microbiology and legislation. The work also describes suitable packaging for the preservation of poultry meat and methods for measuring ammonia. The practical part of the work deals with the measurement of gases released during meat storage. Using a simple experimental device for storing meat in a refrigeration plant, specific gases, especially ammonia (NH_3), were monitored. The spectrophotometric method was performed with the addition of Nessler's reagent. The results of the work seek the limits of the applicability of a clear indicator for determining the freshness of meat for consumers who require quality meat on the shelves of food chains.

Key words: poultry meat, experimental equipment, ammonia, meat freshness

Chtěla bych velmi poděkovat Ing. et Ing. Anně Adámkové Ph.D., Ing. Martinu Adámkovi, Ph.D., za odborné vedení diplomové práce, poskytnutí připomínek, za trvalý zájem a čas, který mi věnovali při vypracování této práce, paní Ing. Lence Fojtíkové za pomoc s laboratorním měřením výsledků. Dále bych chtěla poděkovat svému synovi Bc. Vojtěchu Starostkovi a jeho přítelkyni Bc. Monice Svobodové za věčné připomínky a manželovi za trpělivost.

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 DRŮBEŽÍ MASO.....	11
2 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY	14
3 DRŮBEŽÍ SVALOVINA	16
3.1 CHEMICKÉ SLOŽENÍ DRŮBEŽÍHO MASO	16
3.1.1 Voda.....	17
3.1.2 Bílkoviny.....	18
3.1.3 Lipidy.....	19
3.1.4 Sušina.....	19
3.1.5 pH	19
3.1.6 Barva.....	20
3.1.7 Textura.....	20
3.1.8 Sacharidy.....	20
4 SENZORICKÁ ANALÝZA DRŮBEŽÍHO MASO.....	21
5 POSTMORTÁLNÍ ZMĚNY MASO	22
5.1.1 DFD MASO	24
5.1.2 PSE MASO	24
6 BEZPEČNOST DRŮBEŽÍHO MASO	28
7 MIKROBIOLOGIE DRŮBEŽÍHO MASO	30
8 FORMY KAŽENÍ DRŮBEŽÍHO MASO	33
9 CHLAZENÍ MASO.....	34
9.1.1 Mrazírenské skladování a rozmrazování	36
10 OZNAČOVÁNÍ BALENÉHO DRŮBEŽÍHO MASO	37
11 BALENÍ DRŮBEŽÍHO MASO	39
11.1.1 INTELIGENTNÍ BALENÍ MASO	40
12 AMONIAK UKAZATEL ČERSTVOSTI MASO.....	42
12.1.1 Stanovení amoniaku dle Conwaye	42
12.1.2 Stanovení amoniaku pomocí Nesslerova činidla.....	42
12.1.3 Stanovení amoniaku pomocí iontově selektivní metodou (ISE).....	43
12.1.4 Stanovení pH masa	43
12.1.5 Stanovení amoniaku spektrofotometricky	43
13 ELEKTRONICKÝ NOS.....	44
II PRAKTICKÁ ČÁST.....	45
14 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA	46
15 METODIKA MĚŘENÍ.....	47
15.5 METODIKA PRO MĚŘENÍ EXPERIMENTÁLNÍM ELEKTRONICKÝM NOSEM	51

15.5.1	Měření pomocí experimentálního elektronického nosu.....	52
15.6	VÝSLEDKY STANOVENÍ AMONIÁKU POMOCÍ ANALYTICKÉ METODY	60
ZÁVĚR	.....	62
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	.....	63
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	.....	72
SEZNAM OBRÁZKŮ	.....	74
SEZNAM TABULEK	.....	76

ÚVOD

Maso má ve výživě velice významnou pozici. Z pohledu stravování se jedná o vysoce hodnotnou potravinu, obsahuje vysoké množství plnohodnotných proteinů a nenasycených mastných kyselin. Maso je také zdrojem železa, zinku, selenu a vitaminů. Maso řadíme mezi neúdržné potraviny. Chemické složení a vlastnosti masa vytvářejí podmínky pro rozvoj celé řady mikroorganismů. Rychlost kažení masa lze ovlivnit dodržáním optimálních teplotních podmínek při zpracování, přepravě, skladování a vhodným balením.

Důležitým prvkem je i dodržení správné hygienické a výrobní praxe. Zásadní je způsob a doba skladování masa v chladících zařízeních. Při rozkladných procesech masa hrají významnou roli enzymy, bakterie, které degradují proteiny na těkavé plyny jako jsou ethanethiol, sirovodík a amoniak. Jedná se o těkavé organické sloučeniny, které vznikají během skladování a v průběhu kažení masa dochází ke zvyšování jejich koncentrace. Speciální senzory mohou detekovat čpavkový plyn (a jiné analyty) již při nepatrných koncentracích a v první řadě upozornit spotřebitele na zvyšující se hodnoty amoniaku a rozkladné procesy masa. Z pohledu zdravotní nezávadnosti a jakosti masa je jeho zvyšující se obsah nežádoucí. Studie prokazují, že existuje vztah mezi biologickým kažením potravin a zvýšeným výskytem dusíkatých sloučenin, a to zejména u kuřecího masa. (Matindoust et al., 2017)

Hlavním cílem práce je pomocí experimentálního zařízení pracujícího na principu elektronického nosu stanovit změny v průběhu autolýzy kuřecího masa a porovnat je s klasickou analytickou metodou pro stanovení amoniaku v mase. To umožní detekovat blížící se zkázu masa a zajistit jeho bezpečnou a hygienickou údržnost. Rovněž je záměrem zabránit alimentárním onemocněním, která způsobují vážná onemocnění spotřebitelů. Využití pro kontrolní orgány - SZPI, veterinární zpráva, hygiena, pro kontrolu u spotřebitele např. u automatů na maso, které se začínají dostávat do praxe, nebo tzv. chytré obaly.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 DRŮBEŽÍ MASO

Drůbeží maso a celkově drůbež patří mezi základní druhy masa a je důležitou součástí sortimentu na trhu potravin. Patří mezi dietní masa. Maso drůbeže je řazeno mezi takzvané „bílé maso“ a je považováno za nízkoenergetické a lehce stravitelné, a proto je tento druh masa je vhodný pro diabetiky a sportovce. Drůbeží maso má ve svalovině méně vaziva, a proto je jemně vláknité, křehké a lehce stravitelné a šťavnaté. Poměrně krátké období výkrmu a vysoká intenzita růstu drůbeže řadí drůbeží maso jako potravinu budoucnosti. Pro naše zdraví je konzumace drůbežního masa prospěšná. (Flechter, 2002)

Maso drůbeže je konzumováno na celém světě a je perspektivním zdrojem bílkovin. Produkce drůbežního masa ve světě je cca 30 % z celkové produkce masa hospodářských zvířat. (Akademie kvality, 2018)

Ve spotřebě drůbežního masa mají největší podíl (90 %) celá kuřata a kuřecí části. V České republice během 10 let spotřeba drůbežního masa vzrostla o 4,5 kg na 29 kg masa na osobu a rok. (Svoboda, 2022)

V roce 2021 se v ČR celkem chovalo přes 12 milionu kuřat na výkrm, 347 tisíc krůt, 768 tisíc kachen a 20 tisíc hus. Spotřeba drůbežního masa byla iniciována řadou příznivých faktorů, především příznivější biologické a nutriční vlastnosti drůbežního masa, změna životního stylu obyvatel a v neposlední řadě i nižší maloobchodní cena. (Český statistický úřad, 2022)



Obrázek 1: Jednotlivé části drůbeže (Drůbeží maso stock fotografie a Ilustrace, 2020)

Z nutričního hlediska je maso hrabavé drůbeže významné pro vysoký obsah bílkovin, esenciálních aminokyselin, minerálních látek, vápníku, fosforu a nízký obsah tuků. U drůbežního masa je důležitá ekonomická výhodnost oproti masu velkých hospodářských zvířat. V České republice byl radikálně modernizován drůbežářský průmysl a v důsledku vstupu do EU došlo ke zpřísnění hygienických a dalších podmínek pro chov i zpracování masa od porážky přes porcování až po výrobu drůbežích masných výrobků. (Repíková, 2011)

Všechny provozy mají nastaven, udržován a neustále zdokonalován systémy kontroly hygieny a jakosti, který zahrnuje dodržování a ověřování mikrobiologických, fyzikálně-chemických, sensorických a nutričních parametrů v celém procesu výroby, expedice a přepravy, jak podle legislativních požadavků České republiky a Evropské unie, tak i podle nadstandardních požadavků odběratelů. (Svoboda, 2022)

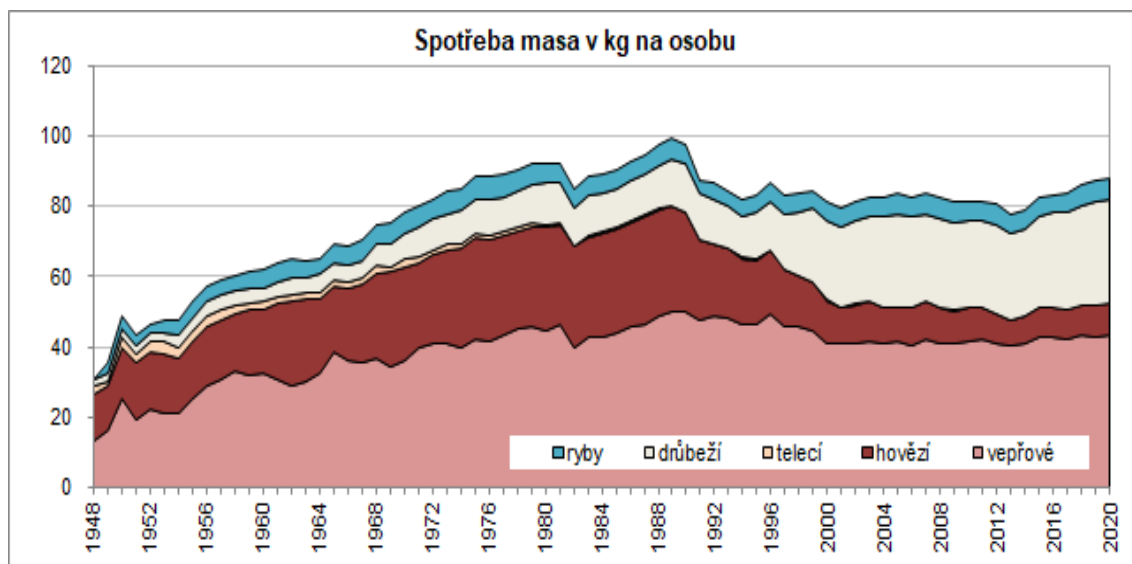
Velký důraz je kladen na do sledovatelnost masa a, surovin použitých při zpracování masa a výrobě obalů. V případě potřeby je možné okamžitě zjistit, kterým odběratelům a v jakém objemu byl daný výrobek dodán. Někteří odběratelé si sami provádějí audity a kontroly na jednotlivých výrobních závodech. Celý proces je pod stálou kontrolou národních dozorových orgánů i ze strany Evropské komise. (Produkce a spotřeba masa v ČR v 1.pololetí 2021, 2021)

Tabulka číslo 1 - bilance produkce (bez údajů o dovozech a vývozech živých zvířat) a spotřeby drůbežního masa v ČR v 1. a 2. čtvrtletí 2021 (údaje v tunách).

Tabulka 1: Drůbeží maso (Český statistický úřad, 2022)

	Domácí produkce	Dovoz masa	Vývoz masa	Domácí spotřeba
1. čtvrtletí	42 189	25 275	3 998	63 466
2. čtvrtletí	43 542	25 390	4 166	64 766
3. čtvrtletí	45 413	25 122	5 169	65 366
Leden-září 2021	131 144	75 787	13 333	193 598
Maso celkem	345 080	-	-	-

Obrázek 2 znázorňuje vyšší je spotřebu masa, kde meziroční nárůst představuje 1,0 %. Větší zájem byl o drůbeží a vepřové maso. Menší zájem byl o hovězí maso. Spotřeba ryb poklesla o 4,3 %.



Obrázek 2: Spotřeba masa (Www.kurzy.cz, 2000 - 2022)

2 LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY

Základní legislativní předpisy vymezují povinnosti provozovatelů potravinářských podniků (PPP), aby ve všech fázích výroby skladování, zpracování a distribuce potravin nedošlo k ohrožení zdravotní nezávadnosti potravin uváděných na trh, spotřebiteli a na pulty obchodních řetězců. (EAGRI, 2022)

Kvalita a bezpečnost masa je stále primárním požadavkem spotřebitelů. Maso nesmí být zdraví škodlivé, musí být vhodné ke konzumaci, což je základní požadavek, který musí splňovat 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, 178/2002)

Tato vyhláška je z pohledu označování důležitá jedná se o vyhlášku č. 69/2016 Sb., stanovuje požadavky na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. Ve vyhlášce je stanoveno že, drůbežím masem musí být označovány pouze všechny požitelné části těl pocházející z domácích druhů ptáků, patřících do rodu kur, krocanů, perliček, kachen a hus, splňující požadavky zvláštního právního předpisu. (EUR-lex, 69/2016)

Pokud jde o obchodní normy pro drůbeží maso a je zde nařízení komise, které je velice významné s pohledu spotřebitele. (ES) č. 543/2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k Nařízení Rady (ES) č. 1234/2007. Pokud se prodává drůbež pod názvem uvedeným v článku 1 tohoto nařízení (např. kuře, mladá krůta, prsa, foie gras...) doplněné v případě celých jatečně upravených těl odkazem na příslušnou obchodní úpravu (částečně vykuchaná, s drobky, bez drobků) a v případě děleného drůbežího masa odkazem na příslušný živočišný druhu čerstvého drůbežího masa se datum minimální trvanlivosti nahradí slovy „spotřebujte do „ třída (A nebo B) u čerstvého masa celková cena a cena za hmotnostní jednotku v maloobchodním prodeji stav čerstvý/ zmrazený/ hluboce zmrazený registrační číslo jatek/bourány. (EUR-lex, 2008)

Toto nařízení stanovuje obecná pravidla pro hygienu potravin vztahující se k PPP, který má primární odpovědnost za bezpečnost potravin. Jedná se o Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 o hygieně potravin. Povinnost provozovatelům potravinářských

podniků používat systém HACCP, aktualizovat tento systém, provádět školení zaměstnanců, provádět audity, dodržovat hygienické podmínky provozu.(EUR-lex, 852/2004)

Toto nařízení definuje povinnosti PPP, které se týká se označování a zdravotní nezávadnosti potravin živočišného původu uváděných na trh spotřebitelům. Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004, stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. (EUR-lex, 853/2004)

Co se týká kvality masa po mikrobiologické stránce toto upravuje nařízení komise (ES) č.2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny. (Nařízení komise (ES) č. 2073/2005)

Poskytování informací, co se týká alergenních látek, správné označování potravin spotřebitelům osvětlí Nařízení EP a R (EU) č. 1169/2011. (EUR-lex, 1169/2011)

Pokud jde o uvádění země původu nebo místa provenience u čerstvého, chlazeného a zmrazeného vepřového, skopového, kozího a drůbežího masa. Masem dle legislativy jsou všechny části těl živočichů v čerstvém nebo upraveném stavu, které jsou vhodné pro výživu obyvatel tímto se zabývá Nařízení Komise (EU) č. 1337/2013, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení EP a R (EU) č. 1169/2011. (ESIPA, 2022)

3 DRŮBEŽÍ SVALOVINA

Základem pro zpracování drůbežího masa je především svalovina kosterní – příčně pruhovaná, včetně kůže, dále droby (srdce, játra, svalový žaludek a u drůbeže se k drobům přidává i krk). Hlavními masitými částmi drůbeže jsou svaly hrudi a svaly stehna a lýtka. Svalovina hrabavé drůbeže, krůty a kura, je v oblasti křídel a hrudních svalů bledá, až světle růžová a po tepelné úpravě až bílé barvy, je tvořena rovnoměrně rozloženými svalovými vlákny, které převládají nad sarkoplazmou. (Kadlec et al., 2012)

Bílá svalová vlákna jsou tlustší, než červená, obsahují větší množství bílkovin, více glykogenu, vyznačují se rychlou kontrakcí a anaerobním metabolismem. (Hui et al., 2012)

Svalovina pánevní končetiny je složena převážně z červených a intermediálních svalových vláken, i když šlechtěním se zvyšuje podíl bílých svalových vláken i ve stehenní svalovině kura a krůty. Červená svalovina obsahuje více lipidů, hlavně mezi terciárními a sekundárními svalovými snopci, a to ve formě tukových buněk. (Dikeman et al., 2014)

Pro technologické využití i pro lidskou výživu je na hrudi nejvýznamnější velký prsní sval, odstupující od kostní hrudi a upínající se na vnější straně kosti pažní. (Dostálová et al., 2014)

Pánevní končetina se z hlediska technologického často člení na tzv. horní stehno a dolní stehno. Dolní stehno je z technologického hlediska považováno za méně hodnotnou část, zvláště u krůt, kde navíc obsahuje osifikované šlachy. (Hui et al., 2012)

Poměr svaloviny a tukové tkáně u jatečně opracovaného těla jsou výraznými znaky, největší část tvoří příčně pruhovaná svalovina její stavební jednotkou je svalové vlákno tvořené myofibrilami. (Kadlec et al., 2012)

3.1 Chemické složení drůbežího masa

Chemické složení masa se liší v závislosti na druhu zvířete, plemeni, pohlaví, věku, způsobu výživy a liší se i jednotlivé svaly u téhož jedince, také je ovlivněno technologickou úpravou a zpracováním masa. (Velíšek et al., 2009)

V drůbežím mase je obsaženo především voda, bílkoviny a tuk. V menším množství obsahuje minerální látky, nebílkovinné dusíkaté látky, nízkomolekulární peptidy, volné aminokyseliny, vitamíny, enzymy, glykogen, cukry, organické kyseliny a další. Poměry a vlastnosti těchto složek ovlivňují výživovou a dietickou hodnotu a sensorické

a technologické vlastnosti masa. Chemické složení se však mezidruhově velmi liší. (Ingr, 2003a)

U drůbežího masa postrádáme typické mramorování masa velkých jatečných zvířat. Drůbeží tuk má rozdílné složení a vlastnosti než tuk velkých hospodářských zvířat. Je tekutější a vyznačuje se vyšším zastoupením esenciálních mastných kyselin (více než 20 %, zatímco u velkých jatečných zvířat 2 % až 7 %), což má z hlediska výživy člověka příznivý dopad, z hlediska technologického však může docházet ve větší míře k oxidaci. (Kerry, 2011)

Sacharidů obsahuje drůbeží maso poměrně málo a jsou zahrnovány do sumy bezdusíkatých a extraktivních látek. (Simeonovová, 1999)

Tabulka 2: Složení libové svaloviny (Kadlec et al., 2012)

Složka masa	V %
Voda	70-75
Bílkoviny	18-22
Tuky	2-3
Minerální látky	1-1,5
Extraktivní bezdusíkaté látky	0,9-1
Extraktivní dusíkaté látky	1,7

3.1.1 Voda

Drůbeží maso obsahuje zhruba 75 % vody, je poměrně pevné a drží svůj tvar. Chová se spíše jako viskózní roztok, což se projevuje zejména po rozmělnění. (Pipek, 2001)

Voda je hlavní kvantitativní složkou drůbežího masa. Z nutričního hlediska nemá význam, a však má velký význam pro sensorickou, kulinární, a především technologickou jakost masa. (Ingr, 2003a)

Podíl vody závisí na obsahu tuků, bílkovin v mase. (Simeonovová, 1999) Čím větší je obsah tuku a bílkovin ve tkáni, tím je obsah vody nižší. Nejvýznamnější vlastností masa je jeho vaznost, to znamená, že dokáže vázat vodu vlastní (přirozeně přítomnou), ale i přidanou, která se vypudí v průběhu zpracování. Vaznost výrazně ovlivňuje technologické vlastnosti výrobku a také jeho následnou kvalitu. Asi 70 % z celkového obsahu vody je uloženo v

myofibrilách, asi 20 % v sarkoplazmě a 10 % v mimo buněčném prostoru. (Steinhauserová, 2003)

3.1.2 Bílkoviny

Jinak proteiny a jejich obsah v drůbežím masu je velmi vysoký. Z pohledu nutričního se jedná většinou o tzv. plnohodnotné bílkoviny obsahující všechny esenciální aminokyseliny. Rozdělení bílkovin v masu do jednotlivých skupin vychází z jejich rozpustnosti ve vodě a solných roztocích. Rozdílná rozpustnost bílkovin má zásadní význam pro další technologii zpracování masa. Sarkoplasmatické bílkoviny jsou rozpustné ve vodě a slabých solných roztocích a zahrnují 50 jednotlivých bílkovin. Myofibrilární proteiny nejsou rozpustné ve vodě, ale pouze v solných roztocích, vazivové (stromatické) bílkoviny nejsou při nízkých teplotách rozpustné v žádném z uvedených roztoků. (Steinhauser et al., 1995)

Myofibrilární proteiny představují 50–53 % všech bílkovin v masu, zatímco sarkoplasmatické zahrnují přibližně 30–34 % a zbývajících 10–15 % připadá na vazivové bílkoviny. Mezi myofibrilární proteiny patří bílkoviny tvořící kontraktální tlustá a tenká filamenta – aktin a myosin, dále regulační proteiny, jako je komplex tropomyosin troponin a také bílkoviny, které pomáhají tvořit strukturu myofibril, jako jsou titin či nebulin. (Kameník, 2014)

Mezi sarkoplasmatické bílkoviny patří např. albuminy, myogen a myoalbumin, globulin a myoglobin. V technologii zpracování masa mají největší význam hemová barviva myoglobin a hemoglobin, která způsobují červené zbarvení masa a krve. Stromatické bílkoviny se vyskytují v pojivových tkáních, tj. ve vazivech, šlachách, kůži, kostech apod., nalezneme je však i ve svalovině, zde tvoří různé membrány nebo sem pronikají v podobě součástí pojivové tkáně. Mezi stromatické bílkoviny patří především kolagen, elastin, retikulín, dále se sem řadí keratiny, muciny a mukoidy. Nejvíce je zastoupen kolagen, podle jehož obsahu se určuje obsah všech stromatických bílkovin. (Steinhauser et al., 1995)

Bílkoviny drůbežního masa jsou lehce stravitelné a obsahují všechny aminokyseliny. U drůbežního masa se vysoce hodnotí zastoupení nepostradatelných aminokyselin, jejichž skladba odpovídá složení lidského těla, proto se bílkoviny drůbeže považují za nejcennější. (Ingr, 2003a)

Drůbeží maso má vysoký obsah lysinu, limitující aminokyselinou je valin, její hodnotě se blíží i isoleucin a sírné aminokyseliny. (Simeonovová, 1999)

3.1.3 Lipidy

Lipidy se v drůbežím mase nacházejí z velké části jako tuky (estery vyšších mastných kyselin a glycerolu), v menší poměru jsou přítomny polární lipidy (fosfolipidy), a doprovodné látky jako je cholesterol. Lipidy jsou přírodní sloučeniny, které obsahují vázané masné kyseliny o více než třech atomech uhlíku. (Velíšek, 2002)

Podíl tuků činí z celkového obsahu lipidů asi 99 % hmotnostních, co se týká technologie zpracování masa se nemluví o lipidech, ale o tucích. U drůbeže se tuky ukládají mezi svalovými snopci, ale největší množství tuku se nachází pod kůží v dutině břišní, kolem střev a kloaky. Vyšší obsah tuku u kuřat je ve svalovině stehenní než ve svalovině prsní. V čisté prsní svalovině bez kůže je obsah tuku velice nízký. (Kříž et al., 1994)

Obsah cholesterolu v kuřecí stehenní svalovině do 43.dne klesá se vzrůstající živou hmotností, v ostatních tkáních se jeho obsah nemění. Svalový tuk pozitivně ovlivňuje křehkost a chutnost masa. Ve svalu drůbeže jsou obsaženy lipofilní látky, které se uvolňují při tepelné úpravě masa a přispívají k jeho vůni a chuti. Drůbeží tuk je vzhledem k vysokému zastoupení nenasycených mastných kyselin řídký, z technologického hlediska ho využíváme pro účely konzervářské, kdy se používá především tuk vodní drůbeže, případně zpracování do jemně mělněných masných výrobků náhradou vepřový tuk. Hlavní nevýhoda je jeho náchylnost k oxidaci, ovlivněná rovněž vysokým podílem nenasycených mastných kyselin. (Repíková, 2011)

3.1.4 Sušina

Maso drůbeže obsahuje více vody a sušiny než ostatní masa. Sušina zahrnuje anorganické látky (popeloviny) a organické látky. Organické látky tvoří mimo dusíkatých látek také tuky, sacharidy a další látky. (Barbut, 2002)

3.1.5 pH

pH je důležitým parametrem pro hodnocení kvality drůbežího masa, protože ovlivňuje jeho strukturu, vzhled a schopnost zadržovat vodu. Bylo zjištěno, že interakce mezi pH a teplotou po porážce má významný vliv na křehkost masa tím, že ovlivňuje aktivitu proteolytických enzymů. (Šánek, 2009)

Teplota má velký vliv na pH masa, také ovlivňuje schopnost masa zadržovat vodu tím, že ovlivňuje čisté náboje bílkovin, které způsobují odpuzování, jež zvyšuje vazbu vody, pokles pH post mortem má vliv na barvu masa. (Fletcher, 2002)

3.1.6 Barva

Vzhled masa je obvykle považován za nejdůležitější vlastnost masa, která přispívá k jeho kvalitě, protože je rozhodující pro prvotní výběr a další sensorické hodnocení. Proto je barva masa úzce spojena s konzumací masa a masných výrobků. Preference barvy drůbežího masa se u skupin spotřebitelů liší. Extrémní tmavost nebo bledost jsou však často považovány za nežádoucí barvu. (Fernandes, 2009)

3.1.7 Textura

Textura masa souvisí se sensorickými vlastnostmi masa. Spotřebitelé obecně dávají přednost křehkému masu před tuhým. Křehkost masa je dána několika faktory v mase, včetně délky sarkomer svalu, množství pojivové tkáně a stupně zrání. (Barbut, 2002)

3.1.8 Sacharidy

Sacharidy zastupují část extraktivních látek v mase, drůbeží maso ho obsahuje velmi malé množství. Schopnost extrakce sacharidů z vodou o teplotě 80 °C je významná během zpracování masa. (Kadlec et al., 2012)

Glykogen je (živočišný škrob) zde zastoupen v malém množství a hraje důležitou roli při porážení zvířat a následně v postmortálních změnách masa. (Ingr, 2003a)

Vyskytuje se v množství 0,02 – 1 % v závislosti na věku a dalších faktorech. (Velíšek et al., 2009)

4 SENZORICKÁ ANALÝZA DRŮBEŽÍHO MASA

Drůbeží maso je pro sensorické hodnocení složité hodnotit, protože jednotlivé svalové partie mají různé sensorické vlastnosti. Vzorky masa musí pocházet od zdravých kusů drůbeže. Zkoumán je nejčastěji zdroj výživy a rozdíly mezi jednotlivými kusy zdravé drůbeže. (Ingr et al., 2007)

Maso čerstvé drůbeže má svěží vzhled, příjemnou masovou vůni nesmí obsahovat žádné změny v barvě a struktuře masa. Při hodnocení pružnosti masa je důležité, aby maso při zmáčknutí se vrátilo do původního stavu, zůstane v něm jen malý důlek. (Repíková, 2011)

Všechny vzorky k analýze musí být tepelně zpracovány (vaření, dušení, pečení, smažení, grilování aj.). Tepelné zpracování probíhá v uzavřených nádobách, aby nedocházelo k úniku aromatických látek z masa. Teplota vzorků drůbežího masa musí mít minimálně 40 °C, aby došlo k celkovému uvolnění chuti a vůně masa. Hodnotí se maso syrové i tepelně upravené. (Ingr et al., 2007)

5 POSTMORTÁLNÍ ZMĚNY MASA

Sval je složitý systém, který slouží k zajištění pohybu. V živém zvířeti pracují všechny orgány v harmonii, přičemž je nezbytné, aby bylo vnitřní prostředí udržováno v rovnováze ve velmi úzkém rozmezí teploty, pH, koncentrace kyslíku, CO₂. Během přeměny svaloviny na maso dochází k narušení mnoha homeostatických mechanismů (např. zásobování kyslíkem). Stresové podmínky před porážkou rovněž ovlivňují homeostatické podmínky a později i kvalitu masa. Stres může vznikat při činnostech, jako je přeprava, vykládka a omráčení, a proto je velice důležité zachovávat podmínky welfare. (Tůmová, 2020)

Omráčením rozumíme každý postup, jehož uplatněním se okamžitě uvede zvíře do stavu bezvědomí, ve kterém je udržováno až do smrti, a který zaručuje ztrátu citlivosti a vnímání po celou dobu vykrvování a je v souladu se zákonem. (Estevez, 2009)

U drůbeže se běžně používá elektrické omráčení a imobilizace plynem (CO₂, argon). Kromě použití správné imobilizační metody je třeba věnovat pozornost snížení stresu, např. mávání křídel před omráčením a během něj (tj. minimalizovat krvácení ve svalích a výskyt zlomenin kostí). (Chov drůbeže, 2000)



Obrázek 3: Kontejnery na převoz drůbeže (Chov drůbeže, 2000)

Dalším krokem po omráčení je tzv. vykrvení neboli odstranění krve. Tento krok představuje začátek hlavních změn, které se projevují během postmortální fáze. Je nutné odstranit co nejvíce krve, protože nadměrné množství krve ponechané ve svalovině má za následek celkový tmavý vzhled nebo tmavé skvrny na mase, což je nežádoucí. (Estevez, 2009)

Obvykle se vykrví pouze asi 35-50 % celkového objemu krve a zbývající část se drží hlavně v životně důležitých orgánech. K tomu dochází proto, že když začne klesat krevní tlak, periferní cévy se ve snaze udržet krevní tlak stáhnou. Odvod krve zastaví podpůrnou linii mezi svaly a vnitřními orgány, jako jsou plíce, játra a ledviny, které zajišťují přísun kyslíku, detoxikaci, respektive regulaci vodní páry. (Greaser et al.,2012)



Obrázek 4: Kontejnery na převoz drůbeže (Chov drůbeže, 2000)

Prvním a nejzávažnějším důsledkem zastavení průtoku krve je přerušení dodávky kyslíku. U zdravého zvířete je kyslík přenášen z plic prostřednictvím červených krvinek do tkání. Po přerušení dodávky kyslíku se zastaví normální aerobní cyklus kyseliny trikarbocytové. V tomto okamžiku se energetický metabolismus přepne na anaerobní cestu, která svalům dodává energii na nějakou dobu navíc. V živé buňce vzniká kyselina mléčná (tj. anaerobní cestou metabolismu), která je poté transportována do jater, kde je resyntetizována na glukózu, nebo do srdce, kde je pomocí specializovaného enzymového systému rozložena na vodu a CO_2 . (Ingr et al., 1997)



Obrázek 5: Drůbeží porážka (Chov drůbeže, 2000)

5.1.1 DFD MASO

Když krev přestane cirkulovat, kyselina mléčná se hromadí ve svalu, dokud se nevyčerpá většina glykogenu uloženého ve svalu (asi 1 % hmotnosti svalů v klidu) nebo dokud se pH nestane příliš nízkým pro činnost glykolytických enzymů. Rychlost poklesu pH a konečný bod, kterého dosáhne, tzv. konečné pH, jsou velmi důležité z hlediska kvality masa a vývoje barvy. Ta představuje postupný pokles z neutrálního pH prsní svaloviny na hodnotu přibližně 5,8. U některých zvířat, u kterých došlo před porážkou k vyčerpání zásob glykogenu v důsledku delší aktivity nebo zápasu, bude pokles pH minimální. Konečné pH zůstane vysoké. To je důsledek počáteční nízké hladiny glykogenu a později omezené produkce kyseliny mléčné; maso se označuje jako tmavé pevné a suché (DFD). (Guggembuhl, 2012)

5.1.2 PSE MASO

Suchý vzhled je výsledkem vysokého konečného pH, které je vzdálenější od izoelektrických bodů svalových bílkovin, a proto vykazuje vyšší schopnost zadržovat vodu. Na druhé straně může pH masa na začátku postmortálního procesu velmi rychle klesnout, což se projeví tzv. bledým, měkkým a vodnatým masem, zkratka (PSE). (Barbut, 1998)

V tomto případě může rychlý pokles pH během první hodiny, kdy je teplota masa ještě vysoká nad 37 ° C, může způsobit určitou denaturaci bílkovin. Částečně denaturované bílkoviny nedokáží dobře zadržet vodu a povrch se jeví jako vlhký. Barva masa je bledá, což

je důsledek většího množství světla odraženého od volné struktury svaloviny ve srovnání s těsnou strukturou masa DFD. (Ingr et al., 1997)



Obrázek 6: Drůbeží maso normální a PSE (Petracci et al., 2012)

Proces „rigor mortis“ což v překladu znamená „posmrtná ztuhlost“. Následuje po vyčerpání energie ze svalu a vede k dočasnému ztuhnutí svalu. Tento stav nenastává bezprostředně po porážce, ale spíše v určité době po porážce. Důvodem tohoto stavu je postupné vyčerpávání glykogenu a dalších zdrojů energie uvnitř buňky. Když je veškerá energie vyčerpána, aktomyozinové příčné můstky vytvořené ve svalové struktuře nelze přerušit. Doba mezi porážkou a nástupem ztuhlosti svalu se nazývá fáze zpoždění. Po vyčerpání všech zdrojů energie se sval stává neroztažitelným. Po určité době začne být sval opět pružný. (Adzitey et al., 2011)

Proteolytické enzymy, jsou enzymy, které pomalu rozkládají sarkomery. Mezi hlavní strukturální změny během tzv. procesu stárnutí patří degradace vedoucí k fragmentaci a oslabení myofibril a k degradaci proteinů. Proteolytické enzymy zodpovědné za degradaci se skládají ze dvou hlavních systémů: kalpainů a katepsinů. Enzymy se liší svými požadavky na vápník. Pro aktivaci; vápníku je důležité, aby byl během postmortálního stárnutí uvolněn ze sarkoplazmatického retikula a mitochondrií. V raných fázích postmortálního období je degradace kolagenu minimální a nepřispívá ke zlepšení křehkosti. (Duranti et al., 2007)

Optimální teplota pro proces post mortem je mezi 15-20 °C a, která je rozhodujícím faktorem pro získání vysoce kvalitního masa. Post mortem se v bílé svalovině většinou tvoří více kyseliny mléčné a okyseluje se rychleji a hlouběji. (Pipek, 1993)

Doporučuje se začít snižovat teplotu svaloviny co nejdříve po porážce. Velmi rychlé snížení teploty však může způsobit problémy s křehkostí masa. Rychlé snížení teploty na teploty pod bodem mrazu před ukončením ztuhlosti může mít za následek stav známý jako ztuhlost při rozmrazování. (Marmion et al., 2021)

Tento stav je způsoben silnou kontrakcí svalů, ke které dochází během rozmrazování, a je vyvolán nadměrným uvolňováním vápníku ze sarkoplazmatického retikula do sarkoplazmy. Taková silná kontrakce vede k uvolňování vody a ztuhnutí svalů. Sval bez vaziva (tj. rozříznutý a nepřipojený vazy ke kostem) se může po rozmrazení zkrátit na více než 50 % své původní délky. (Ingr et al., 1997)

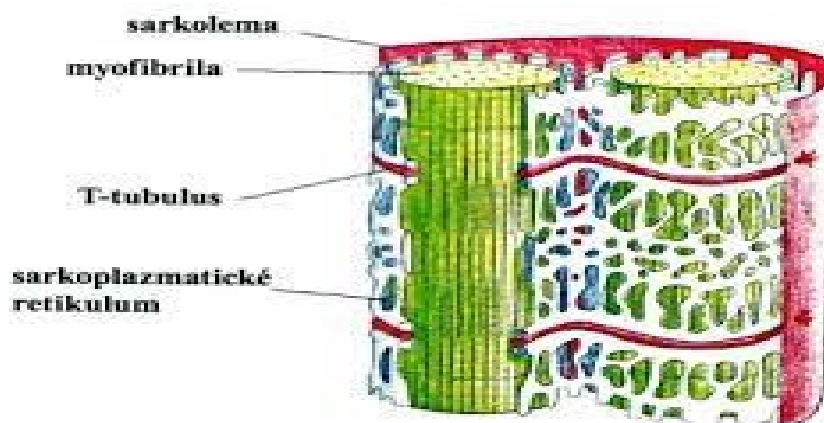


Obrázek 7: Vykrvení (Chov drůbeže, 2000)

Uvedený stav je důsledkem náhlého uvolnění vápenatých iontů, které vyvolá intenzivní svalovou kontrakci před vyčerpáním veškerého ATP. Mikroskopické vyšetření takových svalů odhalí silnou kontrakci sarkomery. Méně závažné zkrácení může nastat, když se teplota sníží na 15 °C, ale nad bod mrazu, před nástupem rigor mortis. Tato situace se nazývá chladové zkrácení a je rovněž výsledkem rozsáhlé svalové kontrakce. (Marmion et al., 2021)

Zkrácení a poškození svalu může způsobit problémy ztuhnutí masa a ztrátou vlhkosti masa. (Mottet et al., 2017)

Zvýšení svalové teploty nad 50 °C (vyšší než normální tělesná teplota) během procesu ztuhnutí může také vést k nadměrnému krátkodobému ztuhnutí známému jako ztuhnutí z tepla. To je důsledkem rychlého vyčerpání ATP a kreatin fosfátu. Tento problém se však v průmyslu běžně nevyskytuje. Z výše uvedených informací celkově vyplývá, že během procesu rigor mortis by měla být udržována optimální teplota, aby se zabránilo zkrácení a nebo ztuhnutí svalu během tohoto procesu. Obecně se doporučuje udržovat teplotu 18 +/- 2 °C, aby byla vyšší než 15 °C, ale stále nižší než tělesná teplota (39 °C u kuřat), aby se potlačil růst mikroorganismů. Vzhledem k tomu, že proces ztuhnutí drůbeže je mnohem rychlejší než u hovězího masa (1-3 hodiny oproti 12-24 hodinám), začíná chlazení jatečně upravených těl drůbeže v moderních zpracovatelských závodech přibližně 30-60 minut po porážce a dosahuje 15 °C, když je ztuhlost dokončena nebo téměř dokončena. (Marmion et al., 2021)



Obrázek 8: Struktura svalové buňky–svalového vlákna (Kameník, 2014)

6 BEZPEČNOST DRŮBEŽÍHO MASA

Bezpečnost drůbežího masa zaměřena hlavně na výskyt a likvidaci potenciálně patogenních mikroorganismů jako je *Salmonella* a *Campylobacter*, i když existují i další škodlivé bakterie. Nejdůležitější je produkce živých zvířat bez patogenů a záruka, že zpracovatelské provozy jsou prosté mikroorganismů. Pro dodržení takových podmínek jsou podstatná krmiva bez patogenů a dodržování základních hygienických pravidel na farmách, v chovech a v líních. V současnosti existují určitá kontrolní opatření včetně oddělení hejn, a aplikace operačního systému HACCP. (Ministerstvo zemědělství, 2009)

HACCP neboli Systém analýzy rizika a stanovení kritických kontrolních bodů (Hazard Analysis and Critical Control Points) je systém zajišťující preventivní opatření proti zdravotní závadnosti potravin a pokrmů během všech činností, které souvisejí s výrobou, zpracováním, skladováním, manipulací, přepravou a prodejem konečnému spotřebiteli. Aplikace HACCP je nutná v celém potravním řetězci. (Steinhauser, 2004)

Systém HACCP udává, jaké prostředky a postupy jsou nezbytné k tomu, aby se předcházelo nebezpečím, která ohrožují zdraví konzumenta ještě předtím, než se mohou projevit. (Brown, 2000)

Je velice důležitý co se týká zachování kvality a zdravotní nezávadnosti potravinářských výrobků. Stěžejní je také minimalizaci výrobních ztrát a úspora nákladů. Jedná se přehledný a jasně definovaný kontrolní systém, který slouží především pro provozovatele potravinářských podniků. Systém HACCP je profesionální image provozovny, ale také navozuje, spokojenost a důvěru zákazníka. V neposlední řadě se jedná o splnění zákonné povinnosti. (Potravinářské poradenství, 2019)

HACCP zahrnuje 7 základních principů:

1. Provedení analýzy nebezpečí.
2. Stanovení kritických bodů.
3. Stanovení znaků a kritických mezí v kritických bodech.
4. Vymezení systému sledování v kritických bodech.
5. Stanovení nápravných opatření pro každý kritický bod.
6. Zavedení ověřovacích postupů.

7. Zavedení evidence a dokumentace. (Wallace, 2011)

Obsahuje vývojové diagramy, poměrně jednoduché, kritické kontrolní body (CCP) lze snadno definovat a aspekty, jako je monitorování a dokumentace, lze omezit na nezbytné minimum, a přitom splnit všechna kritéria systému HACCP. (Matyáš et al., 2002)



Obrázek 9: Schéma porážky drůbežního masa (Zpracování zemědělských produktů, 2020)

7 MIKROBIOLOGIE DRŮBEŽÍHO MASA

Přes všechny pokroky a modernizace výrobních závodů zůstávají mikrobiologická rizika ve všech fázích výrobního řetězce, důležitá pro bezpečnost a kvalitu produktů. Živá drůbež má na kůži mnoho druhů mikroorganismů, mezi peřím a trávicím traktem a každý z těchto organismů se nakonec může stát kontaminantem zpracovaných produktů. (Waldroup, 1996)

Přítomnost organismů a jejich rozšíření po vnějším povrchu každého kusu drůbeže souvisí s podmínkami chovu a přepravy do zpracovatelského závodu, během nichž jsou v neustálém kontaktu se svým trusem a trusem svých soukmenovců. (Mead, 2004)

Snížením rizika infekce v chovu se snižuje i případný následný problém ve zpracovatelském závodě, ačkoli úplné eliminace patogenů z prostředí chovu nelze v současné době dosáhnout žádným proveditelným a nákladově efektivním způsobem. Během zpracování se pomocí hygienických opatření omezuje výskyt mikrobů. Kontaminaci jatečně upravených těl, ale nezabrání zcela šíření přítomných nebezpečných organismů mezi jatečně upravenými těly. (Görner et al., 2004)

Mezi organismy, které mohou zkazit syrové drůbeží produkty skladované v chladu, patří především *Pseudomonas spp.*, některé bakterie mléčného kvašení a kvasinky. Tyto a další psychrotrofní mikroorganismy mohou pocházet z prostředí farmy nebo dokonce z některých zdrojů vody používaných při zpracování, a jakmile se dostanou do zpracovatelského závodu, jsou schopny se množit na všech vlhkých površích. (Fernandes, 2009)

Problémem při prvotním zpracování je zejména to, že mikrobiální kontaminanty se snadno uchytí na povrchu jatečně upravených těl a následným mytím je nelze snadno odstranit. *Salmonella* a *Campylobacter* jsou patogeny vyskytující se většinou v syrovém drůbežím mase, a to je považováno za hlavní rezervoár těchto bakterií. Některé z přítomných mikroorganismů se stanou kontaminanty zpracovaných jatečně upravených těl a manipulace se syrovou nebo nedostatečně tepelně upravenou drůbeží jsou potenciálními rizikovými faktory při otravě spotřebitelů potravinami. (Vařejka et al., 1989)

Maso drůbeže může být kontaminováno již ve velkochovech, prachem nebo aerosolem neseným větracími šachtami, vodou. (Marmion et al., 2022)

Nešetrnou přepravou dochází ke křížové kontaminaci mezi přepravovanou drůbeží a fekáliemi, nečistotami ulpělými na drůbeži, prachem. Počet mikroorganismů na povrchu stoupá také postupným stresem při převozu drůbeže. Primární fáze jatečného zpracování

drůbeže – omračování, je následným zdrojem kontaminace. Nešetrné omračení má vliv na špatné vykrvení, do pařící vany se dostává krev, čím více bílkovinných složek v pařící vodě, tím lepší podmínky pro růst mikroorganismů. Velmi důležité je vykrvení ihned po omračení pozdní vykrvování má za následek nahromadění krve v cévách a tím pádem i usazení krevních sraženin v mase, které jsou vhodným médiem pro růst mikroorganismů. (Kunert et al., 2022)

Pařením se nezničí všechny mikroorganismy, a proto v povrchové mikroflóře převládají mezofilní, termorezistentní, a sporotvorné mikroorganismy. U drůbeže, která nebyla dokonale usmrcena dochází k vnitřní kontaminaci. (Matyáš, 2002)

Teplota paření je velice důležitá při devitalizačním účinku na mikroorganismy, ale čím vyšší teplota, tím může docházet a dochází ke značnému změknutí kůže drůbeže, což je nežádoucí, naopak příliš nízká teplota neumožňuje zcela dokonalé oškubání drůbeže, čímž dochází ke křížové kontaminaci a to jak patogenními, tak i saprofytickými mikroorganismy. Vlhká a nabobtnalá kůže usnadňuje proces hlubokého uchycení bakterií. Bakterie zachycené v kůži jsou velice významnými zdroji alimentárních onemocnění. (Steinhauser et al., 1995)

Z hygienického hlediska jsou tzv. prsty škubacího stroje porézní a obsahují záhyby ve kterých se zachycují nečistoty a množí se zde mikroorganismy, které poté kontaminují kůži drůbeže. Dalším kritickým bodem výroby je i kuchání, který je poměrně častým zdrojem fekální kontaminace. Obsah střev obsahuje většinou patogenní bakterie, zejména rody *Salmonella*, *Campylobacter*, *Clostridium*. Většinou jsou kontaminovány nože, kterými dochází ke kuchání drůbeže. (Kunert et al., 2022)

Odstranění organických nečistot se provádí většinou mytím opracovaných těl drůbeže a dochází tedy k redukci počtu mikroorganismů z povrchu drůbeže, hlavně čeledi *Enterobacteriaceae*. Voda je však z hlediska obsahu mikroorganismů mimo jiné bohatá na bakterie *Pseudomonas* a další psychrotrofní bakterie, které způsobují kažení povrchu drůbeže v chladírnách. Chlazení drůbeže vzduchem, které je v současnosti používané, podporuje selekci mikroorganismů na povrchu drůbeže ve prospěch psychrotrofních bakterií rodů *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, *Pseudomonas* a *Moraxella*. (Marmion et al., 2022)

Patogenní mikroorganismy jsou velice stabilní a přežívají chladírenské teploty a případné následné zmrazování. (Kunert et al., 2022)

Každá fáze zpracování drůbeže má určitý význam pro zvyšování růstu jednotlivých mikroorganismů. Důsledné dodržování správné hygienické praxe a technologické postupy,

mají za úkol minimalizovat počty bakterií na jatečně opracovaném drůbežím mase. Tento trend má za cíl každý zpracovatel drůbeže. (Young et al., 2012)



Obrázek 10: Části drůbežího masa (Drůbeží maso stock fotografie a Ilustrace, 2020)

8 FORMY KAŽENÍ DRŮBEŽÍHO MASA

Povrchové kažení drůbežího masa, k němuž dochází od povrchu těla drůbeže dovnitř masa. Prvotním znakem takového stavu se projevuje u chlazené drůbeže zapaření, osliznutí povrchu a tvorbou barevných skvrn, které způsobují pigmentujících bakterie, ale nejdůležitějším znakem je velice nepříjemný zápach. (Steinhauser, 1995)

Nárůst mikroorganismů je závislý na mnoha faktorech zabité a opracované drůbeže. Důležité faktory jsou tyto: jakost masa, počáteční množství a složení mikroflóry, teplota a doba uchování, skladování, přeprava. (Vlková et al., 2006)

8.1 Mikroorganismy způsobující hnilobné procesy v drůbežím mase:

Mezi hlavní mikroorganismy způsobující hnilobné procesy u drůbežího masa, a které, vyžadují prostředí hojně zásobené bílkovinami nebo jinými dusíkatými vysokomolekulárními látkami, zde řadíme jednak aerobní a fakultativně anaerobní, ale také převážně anaerobní bakterie (nesporulující, sporulující). Chladírenské teploty podporují množení zejména proteolytické a lipolytické pseudomonády na povrchu masa za aerobních podmínek: *Pseudomonas fluorescens*, *Pseudomonas putida* a *Pseudomonas fragi* ale také i psychrofilní z čeledi *Enterobacteriaceae*, které jsou významnými zdroji řady onemocnění. Kažení drůbežího masa je nejčastěji způsobeno rodem *Pseudomonas*, dále rodem *Acinetobacter*, *Moraxella* a *Shewanella putrefaciens*. Čím vyšší je teplota skladování, tím více se rozmnožují gramnegativní bakterie čeledi *Enterobacteriaceae*, rody *Serratia*, *Citrobacter* a silně proteolytické druhy rodu *Proteus*, případně také grampozitivní bakterie rodu *Micrococcus*, *Staphylococcus* a *Bacillus*. (Feiner, 2006)

9 CHLAZENÍ MASA

Technika chlazení je velice důležitá. Nízké teploty zabrání rozmnožování mezofilních MO v mase, provádíme-li tuto činnost nevhodným způsobem, může dojít k ovlivnění kvality masa. Ovlivněna je i křehkost masa či ztráta hmotnosti vypařováním vody. Při chlazení dochází k mnoha chemickým i fyzikálním změnám, především k postmortálnímu zrání masa. Chlazení masa má dvě fáze: zchlazení masa z tělesné teploty na chladírenskou teplotu, chladírenské skladování masa v chladících zařízeních. Z technologického hlediska se maso podle jeho vnitřní teploty dělí na: teplé maso, vnitřní teplota je 27 °C a vyšší, což odpovídá období nejdéle 2 hodiny po porážce, maso vychladlé – teplota uvnitř masa je 10 °C a nižší, maso vychlazené vnitřní teplota je 0–5 °C. Rychlost chlazení masa musí probíhat tak, aby nedošlo k namrzání povrchu masa, a ztrátám hmotnosti odparem vody, ale teplota masa nesmí klesnout pod 10 °C dříve, než dojde k postmortálnímu zrání masa. V opačném případě může dojít k vyplavení iontů vápníku. Takto je zvýšena ztráta odparem při chladírenském uchování masa a nastupuje ztuhlost masa při tepelné úpravě v důsledku příčného zasítování pojivové tkáně tzv. cold shortening neboli zkrácení svalových vláken. Tento jev je nevratný. (Zpracování masa, 2022)

Nedostatečné zchlazení či jeho pomalý nástup může zapříčinit zapaření masa. Zapaření je závažná forma kažení masa. Nedostatečné vychlazení může způsobit natěsnání masa v chladírně, nebo vrstvení nedostatečně vychlazeného masa. Vychlazení masa je závislé na několika faktorech, zejména na teplotě chladicího média, rychlosti proudění a vlhkosti chladicího vzduchu a také na velikosti, teplotě, biochemických vlastnostech masa a také tukovém krytí (působí jako tepelný izolátor). Maso musí být zchlazeno nejpozději do 48 hodin po porážce. (Thielke et al., 2005)

Chlazení masa dělíme dle zvoleného chladicího média na:

- chlazení vzduchem,
- chlazení vodou,
- kombinované chlazení,
- chlazení dusíkem a oxidem uhličitým,
- chlazení vzduchem.

Odvěšování masa se využívá v chladném období. Při odvěšování je chladícím médiem okolní vzduch. Při nedostatečné rychlosti zchlazení mohou být vyšší kvalitativní a kvantitativní ztráty. Součástí tzv. dvoustupňového chlazení, kdy po dílčím ochlazení odvěšeného masa dochází ke skutečnému zchlazení (nejprve odvěšován 10–15 °C předchladírně, 6–8 °C chladírna). Dochází k velkým ztrátám 2 – 2,5 %. Nejrozšířenější metodou chlazení je rychlé chlazení, uplatňuje se vzduch o teplotě -1 až 2 °C, jeho relativní vlhkost je 85 %–90 %. Hmotnostní ztráty jsou až o polovinu nižší. Při nedokonalém vychlazení vzniká hniloba v jádře. (Mates, 2015)

Co se týká ultrarychlého chlazení první fázi je teplota vzduchu -5 až -8 °C, rychlost proudění 2–4 m/s, relativní vlhkost 90 %. Ultrarychlým chlazením dochází k roztržení buněčných struktur, čímž maso pak rychleji křehne. Dalším způsobem chlazení je šokové chlazení. Teplota vzduchu -14 °C až -25 °C, rychlost proudění 2–10 m/s, relativní vlhkosti 95 %, dosažení teploty 4 °C v jádře za 2 hodiny. Nejlepší způsob, co se týká chlazení je chlazení vodou, nedochází k přímému kontaktu jatečně upraveného těla a vody. Získáme lepší přestup tepla a prakticky bez hmotnostních ztrát. Voda je dalším zdrojem kontaminace. Tento způsob se využívá pouze u drůbeže, kde je nutné hlídat příjem vody chlazeným jatečně upraveným tělem. (El Hajj et al., 2020)

Dalšími způsoby jsou chlazení je kombinované chlazení. Jedná se o kombinaci chlazení vodou na 10°C -12 °C a chlazení vzduchem o teplotě 1°C. Chlazení dusíkem a oxidem uhličitým je metoda chlazení odlišnými médii se využívá pouze ve speciálních případech (především v tropech) k chlazení při mēlnění masa. Správný průběh procesů chladírenského skladování masa má umožnit zrání a musí zabránit růstu mikroorganismů. Zároveň nesmí dojít k nadměrné ztrátě hmotnosti masa. Ideální teplota pro chladírenské skladování masa je -0, 5 °C až +2 °C a relativní vlhkost vzduchu 80 %-85 %. (Ciobanu et al., 2016)

Při působení teplot -15 až -45 °C a nižších jsou velmi šetrné vůči sensorickým vlastnostem masa i jeho nutričním složkám. Již při 0 °C se omezuje aktivitu enzymů, při teplotě -20 °C až -25°C prakticky zastavuje jejich činnost. Aktivita MO je inhibována už při teplotě -10 °C a proteázy přestanou být aktivní při -18°C. Ani nízké teploty nepoškodí spory sporotvorných bakterií, plísní a některých kvasinek. (Borutová, 2006)

Vzhledem ke stavu masa dělíme zmrazování na:

- zmrazování teplého masa,
- zmrazování chlazeného masa,
- zmrazování masa ve čtvrtích a půlkách,
- zmrazování děleného masa.

Zmrazování šokové je velice účinné, ale nákladné. Zmrazovacím médiem je např. tekutý dusík dosahující teploty $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$, glycerol apod. Je nutné poté maso omýt. (Mates, 2015)

Ke kontaktnímu zmrazování masa se používají zařízení jedná se o deskové zmrazovače (kontaktní desky -30 až $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$), nebo výměníky založené na vypařování vody z mrazicího média. Nejvyužívanější je metoda zmrazování v proudu zmrazeného vzduchu. Účinnost a rychlost zmrazování je nejnižší. Výhodou této metody je univerzálnost, minimální obsluha a velká kapacita. Tunely jsou 10 – 12 m dlouhé, vzduch o teplotě -35 až $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ proudí kolem masa rychlostí 2 – 4 m/s a zmrazení masa se dosáhne asi za 12 – 48 hodin, závisí na velikosti. (Mead, 2004)

9.1.1 Mrazírenské skladování a rozmrazování

Maso zmrazené můžeme skladovat až po dobu 24 měsíců, ovšem závisí na teplotě, jakosti původní suroviny, druhu a obalu masa. Volíme teploty v rozmezí -17 až $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Mrazírenské skladování může způsobit chemické i strukturální změny v mase, jako např. vaznost, strukturu, barvu apod. Především bílkoviny jsou náchylné k teplotním změnám (denaturace, shlukování) a tuků (oxidace). (Mates, 2015)

Pokud bylo maso rychle zmrazeno má po rozmrazení co nejvíce prvotních znaků dobré kvality. Rozmrazování masa je velice důležitý krok. Pomalé rozmrazování masa na vzduchu při 0 – $5\text{ }^{\circ}\text{C}$ nebo v chladícím zařízení. Udrží si přirozené vlastnosti a ztráta masné šťávy je minimální. Pro velké kusy je nejlepší nejdříve maso rozmrazit při 10 – $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ velmi krátkou dobu a poté teplotu snížit na $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Velké kusy masa zpracováváme přímo ve zmrazeném stavu jedná se o maso, které se používá k výrobě masných výrobků a dává se přímo do kutru. Velice důležité je, že rozmrazené maso je nutné okamžitě tepelně opracovat. Zvýšením teplot dojde k nežádoucím opětovným aktivacím MO a následné rozkladné procesy mají velmi rychlý průběh. (Shalginbayev et al., 2021)

10 OZNAČOVÁNÍ BALENÉHO DRŮBEŽÍHO MASA

Následující obrázek 11 znázorňuje správně označené balení drůbežího masa.



Obrázek 11: Správně označené drůbeží maso (Požadavky na označování baleného drůbežího masa, 2017)

Provozovatelé potravinářských podniků musí uvést na trh produkt živočišného původu, který obsahuje tyto náležitosti.

1. Název potraviny
2. Seznam složek
3. Alergeny
4. Množství určitých složek nebo skupin složek
5. Čisté množství potraviny
6. Datum minimální trvanlivosti, datum použitelnosti
7. Podmínky uchování nebo podmínky použití
8. Země původu

9. Jméno nebo obchodní název a adresu provozovatele potravinářského podniku, pod jehož jménem je potravina uváděna na trh
10. Návod k použití v případě potraviny, kterou by bez tohoto návodu bylo obtížné odpovídajícím způsobem použít
11. Výživové údaje
12. U potravin, jejichž trvanlivost byla prodloužena pomocí balicích plynů povolených podle nařízení (ES) č. 1333/2008 se uvede údaj "baleno v ochranné atmosféře"
13. U zmrazeného masa se uvede datum zmrazení. (Potraviny, 2022)

11 BALENÍ DRŮBEŽÍHO MASA

Aplikace nových a inovativních technologií v oblasti balení, od chovu po zpracování hraje klíčovou roli, zejména když drůbež nebo drůbeží produkt opustí zpracovatelský závod, putuje s obalem ke spotřebiteli. Vhodné balení je proto důležitou součástí produkce drůbeže a aplikace nových a inovativních technologií v této oblasti je vysoce žádoucí. (Chowdhury et al., 2019)

Technologicky nejpokročilejším vynálezem v obalovém průmyslu je inteligentní balení, které dokáže sledovat produkt, snímat prostředí uvnitř nebo vně obalu a komunikovat se spotřebiteli. Některé příklady inteligentního balení zahrnují indikátory času a teploty, bio senzory, senzory plynu a datové nosiče. Použití technologie inteligentního balení u drůbežího masa a masných výrobcích má potenciál prodloužit trvanlivost, maximalizovat kvalitu a bezpečnost masa a zvýšit spokojenost spotřebitelů. Takový způsob balení je velkým přínosem, protože zvýší prodej produktů, vybuduje důvěru spotřebitelů. (Chowdhury et al., 2019)

Bezpečnost potravin je pro současné spotřebitele zájmem číslo jedna, následuje cenová dostupnost a nutriční hodnota potravin. Mění se trendy životního stylu současných spotřebitelů, poptávka po hotových, mražených a balených potravinách značně roste. Vývoj v obalové technologii vytvořil zcela nový segment v obalovém průmyslu označovaný jako inteligentní balení (IB). V IB jsou senzory, indikátory, elektronické štítky, štítky, kódy atd. zabudovány do těchto obalových materiálů. Materiály těchto IB mohou snímat nebo monitorovat vnitřní nebo vnější prostředí, jako je teplota, integrita a čerstvost balených potravin, zaznamenávat změny a poté předávat informace zpracovatelům, maloobchodníkům anebo spotřebitelům. Technologie IB má tedy velký potenciál při poskytování inovativních řešení pro prodloužení trvanlivosti, jakož i udržování, zlepšování a rychlé monitorování kvality a bezpečnosti potravin, sledování produktu od původu až po konečnou dodávku a předávání informací o produktu z farmy až do obchodních řetězců. Roste povědomí o nemocech přenášených potravinami, ale i poptávka po čerstvých a kvalitně zabalených potravinách, které zajistí pohodlí spotřebitelů, ale hlavně obavy výrobců prodloužení trvanlivosti potravinářských produktů. (Kruijff et al., 2010)

Maso velmi rychle podléhá zkáze a je jedním z celosvětově nejkonsumovanějších potravinářských výrobků, což z něj činí ideální odvětví pro využití technologií v oblasti inteligentního balení. (Chowdhury et al., 2019)

11.1.1 INTELIGENTNÍ BALENÍ MASA

Na základě své funkce lze technologii IB kategorizovat do 3 širokých kategorií: indikátory, datové nosiče a senzory. Informace o změnách probíhajících v mase jsou přenášeny prostřednictvím vizuálních změn, např. různé intenzity barev, difúze barviva. Na trhu je k dispozici široká škála indikátorů. Mezi hlavní dva indikátory patří tyto:

- čas,
- teplota a čerstvost.

Základní princip fungování inteligentních obalů je založen na mechanických, chemických, enzymatických nebo mikrobiologických nevratných změnách při vyšších teplotách. Změny jsou viditelné ve formě mechanické deformace, vývoje barvy, fyzikální změny nebo chemické reakce, jako je tání, polymerace, acidobazická reakce. (Fang et al., 2017)

Indikátory čerstvosti poskytují přímou informaci o kvalitě produktu. Vznikající metabolity, při zjišťování čerstvosti pomocí těchto indikátorů, jsou organické kyseliny, ethanol, těkavý dusík, biogenní aminy, oxid uhličitý, glukóza a sloučeniny síry. Aby došlo k přímému kontaktu se sloučeninami, musí být indikátory čerstvosti umístěny uvnitř obalu. (Rossaint et al., 2015)

Senzorové zařízení se skládá z řídicí a procesní elektroniky spolu s propojovací sítí a softwarem. Poskytnutím signálu pro detekci nebo měření fyzikální nebo chemické vlastnosti, na kterou zařízení reaguje, může senzor detekovat, lokalizovat nebo kvantifikovat energii nebo látku. Mezi nejpokročilejší senzorové technologie, které mohou začlenit inteligentní zařízení do balení, patří biosenzory a senzory plynu. (Grashorn, 2007)

Biosenzor se využívá k balení potravin, zejména v rybím a masném průmyslu, používá se k detekci patogenů. Senzory plynu v potravinářském průmyslu sledují koncentrace určitých plynů, jako je CO₂ nebo H₂S. (Fang et al., 2017)

Plynové senzory jsou monitorovací zařízení, která mohou reverzibilně a kvantitativně reagovat na přítomnost plynného analytu v obalu změnou fyzikálních parametrů senzoru a jsou monitorována externím zařízením. Některé dobře známé senzory plynu zahrnují polovodičové tranzistory s efektem pole na bázi oxidu kovu, amperometrické kyslíkové senzory, potenciometrické senzory oxidu uhličitého, piezoelektrické krystalové senzory a organické vodivé polymery. Bohužel většina těchto systémů vykazuje různá omezení, jako je znečištění membrán senzorů, zkřížená citlivost na oxid uhličitý a sirovodík a spotřeba

analytu (např. kyslíku). Fluorescenční optické kyslíkové senzory však nespotřebovávají kyslík, nejsou ovlivněny elektromagnetickým rušením, mají extrémně vysoké prostorové rozlišení a jsou schopné měřit plyny. Neustále se rozvíjející drůbežářský průmysl může mít velký prospěch z používání technologie IB při balení svých produktů. Použití různých inteligentních systémů v balení drůbeže má potenciál zlepšit bezpečnost a kvalitu potravin a také udržet růst odvětví na trhu. (Fang et al., 2017)

Balení drůbeže a drůbežích produktů lze monitorovat pomocí indikačního zařízení, jako jsou indikátory čerstvosti a zařízení založená na senzorech, jako jsou biosenzory a kyslíkové senzory. Monitorováním prostředí balených drůbežích produktů a poskytováním signálu o teplotě, trvanlivosti, stavu zkažení atd. mají taková zařízení velký potenciál zlepšit bezpečnost potravin a maximalizovat spokojenost zákazníků. Mikrobiální kontaminace a oxidace lipidů a proteinů jsou hlavními obavami u masa a masných výrobků z hlediska bezpečnosti potravin a zhoršení kvality. Kvalita a bezpečnostní vlastnosti masa jsou velmi závislé na obalových materiálech. (Chowdhury et al., 2019)

12 AMONIAK UKAZATEL ČERSTVOSTI MASA

Významným ukazatelem čerstvosti masa je amoniak. Co se týká kvality a skladování masa, je jeho obsah nežádoucí, pro zdravotní nezávadnost a jakost potravin, které jsou pro spotřebitele na prvním místě. Metabolické produkty rozkladu aminokyselin (dimethylamin, trimethylamin, amoniak) mohou být zjištěny různými metodami, jako je destilace vodní parou, analýza průtokovým vstřikováním, chromatograficky, nukleární magnetickou rezonancí (NMR) ultra viditelnou spektroskopií (UV/VIS), hmotnostní spektroskopií (MS). (Vorlová, 2012)

12.1.1 Stanovení amoniaku dle Conwaye

Ke stanovení amoniaku v mase je využívána kvantitativní analytická Conwayova metoda, nejčastěji za použití masového výluhu. Amoniak je vytěsněn v Conwayově nádobce ze vzorku za pomoci nasyceného roztoku uhličitanu draselného a je jímán do kyseliny borité, kde po uplynutí 2 až 3 hodin dochází ke stanovení titrací roztokem kyseliny sírové do červeného zbarvení. (Kopřiva et al., 2012)

Dle jeho obsahu, stanovení dle Conwaye můžeme rozdělit maso do těchto kategorií čerstvosti:

- do 20 % je maso považováno za čerstvé;
- množství 20 %– 25 % je maso vyzrálé, nezávadné ale je nutné ho spotřebovat,
- nad 30 % kazící se maso. (Kopřiva et al., 2012)

12.1.2 Stanovení amoniaku pomocí Nesslerova činidla

Použitím Nesslerova činidla je možné kvalitativně stanovit obsah amoniaku ve vzorku. Pokud je v analyzovaném vzorku přítomen amoniak, Nesslerovo činidlo změní barvu (hnědou až oranžově hnědou) a vytvoří se sraženina nebo zákal. Výsledný barevný produkt je tetrajodortuřnatan amonný. Dle množství použitého Nesslerova činidla a intenzity vzniku sraženiny v mase je možné využít pro zařazení masa do kategorie dle čerstvosti (čerstvé, počínající rozklad a zkažené). (Schneiderová, 2004)

Následující tabulka 3 zobrazuje obsah amoniaku u jednotlivých typů masa.

Tabulka 3: Obsah amoniaku v mase (Kopřiva et al., 2012)

Typ masa	Obsah amoniaku [mg.kg ⁻¹]
Čerstvé	120-170
Dosud nezávadné	171-250
Podezřelé	251-300
Začínající rozklad	301-350
Zkažené	Nad 350

12.1.3 Stanovení amoniaku pomocí iontově selektivní metodou (ISE)

Tato metoda stanovení amoniaku ISE elektrodou se využívá ve vytěsnění amoniaku silnou zásadou z výluhu vzorku. Ten difunduje skrz póry membrány do vnitřního prostoru naplněného roztokem, kde dojde v závislosti na koncentraci vytěsněného amoniaku ke změně potenciálu skleněné elektrody a ta je naplněná roztokem. Ze získaných hodnot standardních roztoků se metodou kalibrační přímky vyhodnotí potenciály vzorků a vypočítá koncentrace amoniaku. (Procházková et al., 2010)

12.1.4 Stanovení pH masa

Pomocí vpichové elektrody je možné stanovit pH výluhu. Tyto metody jsou orientační a nepřímé. Zvyšujícím se obsahem amoniaku v mase roste i hodnota pH. (Kopřiva et al., 2012; Procházková et al., 2010)

12.1.5 Stanovení amoniaku spektrofotometricky

S Nesslerovým činidlem amonné ionty tvoří barvený komplex, který lze stanovit měřením absorbance při vlnové délce maxima bez použití destilace. Podle výsledku stanovení se maso řadí do kategorií čerstvosti. (Procházková et al., 2010)

13 ELEKTRONICKÝ NOS

Zařízení zvané elektronický nos byl vyvinut za účelem napodobení nosu lidského. Toto zařízení, umožňuje zhodnotit zkoumaný vzorek a vytvořit jeho digitální záznam. Nos lidský obsahuje až miliony receptorů buněk, oproti tomu elektronický nos obsahuje pouze pár jednotek až desítek senzorů. Toto zařízení je velice citlivé i na sebemenší koncentraci látek, dokáže rozeznat také pachy, které člověk ani nezaznamená. Pro rozpoznávání pachů však potřebuje databázi se vzorky k porovnání těchto získaných vzorků. (Hasil, 2011)

V potravinářství se používají elektronické nosy ke kontrole kvality potravin, což je důležité při jejich skladování i před konzumací. (Styl instory.cz, 2017)

K nejpoužívanější metodě v oblasti potravinářství ke stanovení kvality potravin, patří analýza pomocí plynové chromatografie. Tato metoda je velice přesná, ale přístroje využívané při měření jsou drahé a obtížně přenositelné. Z tohoto důvodu se používají především v laboratořích, a proto vznikly cenově dostupnější a lehce přenositelné přístroje tzv. elektronické nosy, které využívají chemické senzory. (Víte co je Elektronický nos?, 2015)

II. PRAKTICKÁ ČÁST

14 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZA

Cíle

Cílem diplomové práce je pomocí experimentálního elektronického zařízení zjistit čerstvost drůbežího masa po dobu skladování při různých podmínkách skladování a probíhající změny pachů v průběhu autolýzy masa a porovnat ji se zavedenou analytickou metodou .

Hypotéza

Porovnat dobu degradace bílkovin, ke kterým dochází za určitý a časový úsek za různých skladovacích podmínek, různými metodami.

15 METODIKA MĚŘENÍ

V teoretické části jsme představili metodiku pro měření amoniaku u masa. Tato metodika pro stanovení amoniaku není však jediná a existuje jich spousta dalších. Nicméně v domácích podmínkách není z důvodu složitých postupů, chemikálií a drahých přístrojů proveditelná. Cílem metodiky měření amoniaku, je prověřit postup, jednoduché, orientační metody. Levnější než analytické metody, neinvazivní, bezpečné (nepoužívá se rtuť-Nesslerovo činidlo) a je rychlejší, má možnost zaznamenat průběh degradačních procesů v drůbežím mase.

Dále tato kapitola popisuje spektrofotometrickou metodu, která byla prováděna za přídavku Nesslerova činidla (roztok $K_2[HgI_4]$ v KOH) ke vzorku, kdy vznikl žluto-oranžový amidodortuťnatý komplex ($[Hg(NH_2)I]$), který byl následně stanovován při vlnové délce 400 nm pomocí spektrofotometru Lambda 25. (tetrajodortuťnatu draselného).

Nesslerovo činidlo se používá k důkazu přítomnosti amonných kationtů a vzniká reakcí jodidu draselného s jodidem rtuťnatým. Výsledky stanovení (dle množství použitého Nesslerova činidla a intenzity vzniku sraženiny) v mase je možné využít pro zařazení masa do kategorie dle čerstvosti, tj. čerstvé, počínající rozklad a zkažené.

15.1 Úvod do měření

Měření mělo za cíl navrhnout vhodnou metodiku monitorování čerstvosti drůbežího masa pomocí elektronického experimentálního zařízení na principu e-nosu. Hlavní sledovanou veličinou byla koncentrace amoniaku v prostoru nad masem. Metodika měla být ověřena na vzorcích drůbežího masa při různých skladovacích teplotách a ověřena analytickou metodou. Jako analytická metoda byla vybrána metoda stanovení koncentrace amoniaku pomocí Nesslerova činidla.

15.2 Materiál

Základním materiálem pro měření byly vzorky masa z kuřecích prsou bez kůže a kuřecích stehen, přibližně ve stejném poměru. Drůbeží maso bylo získáno ze soukromého chovu a dodáno již v upravené a očištěné podobě. Den po zabití bylo drůbeží maso zpracováno a ihned bylo započato měření (tento den je označen jako Den 0).

15.3 Použité přístroje a zařízení

Pro měření koncentrace amoniaku byly použity:

- Spektrofotometr Lambda 25 (vlnová délka 400 nm)
- Experimentální elektronický nos s mikrokontrolerem ATmega2560 (MICROCHIP) s kombinovanými senzory MiCS-6814 (SGX Sensortech).

Popis základní verze uvádí (Hrabová, 2021).

V práci však bylo použito modernizované zařízení s upraveným programem a rozšířené o základní nastavení počáteční hodnoty rozsahu.

- kuchyňská váha (President, Tescoma, 5kg/1g);
- chladnička (Whirlpool);

15.4 Postup při měření vzorků drůbežího masa

Vzorky (drůbeží maso, stehna, prsa) byly zhomogenizovány a pomocí v mixeru (nutribullet® Pro 900), rozděleny podle metody měření. Posouzení trvanlivosti drůbežího masa bylo provedeno metodou stanovení amoniaku pomocí Nesslerova činidla, spektrofotometrickou metodou, kterou popsala (Karteczková, 2021). pro tuto metodu byly vzorky vloženy do tří uzavíratelných skleniček a uskladněny v lednici při teplotě 4 – 6 °C do doby měření.



Obrázek 12: Sklenice o objemu 150 ml se vzorky drůbežího masa (Foto, autor)

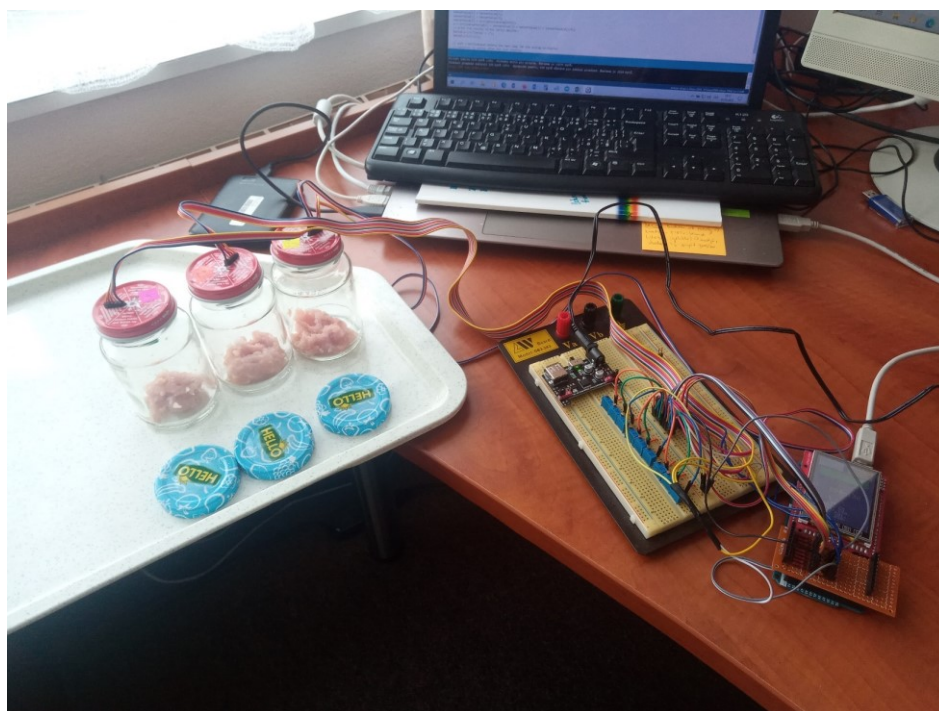
Pro měření pomocí experimentálního elektronického nosu byl homogenát rozdělen do tří skupin do třech měřicích nádobek (sklenic) o objemu 150 ml s uzavíratelným víčkem. Do každé bylo naváženo na kuchyňské váze 15 g vzorku masa s přesností 1 g a umístěny v lednici (2-6 °C) a při pokojové teplotě 18 °C až 25 °C na temném místě (skříňka na potraviny) a osvětleném místě (pracovní stůl).



Obrázek 13: Vzorky drůbežího masa o hmotnosti 15 g rozdělony dle umístění (Foto, autor)

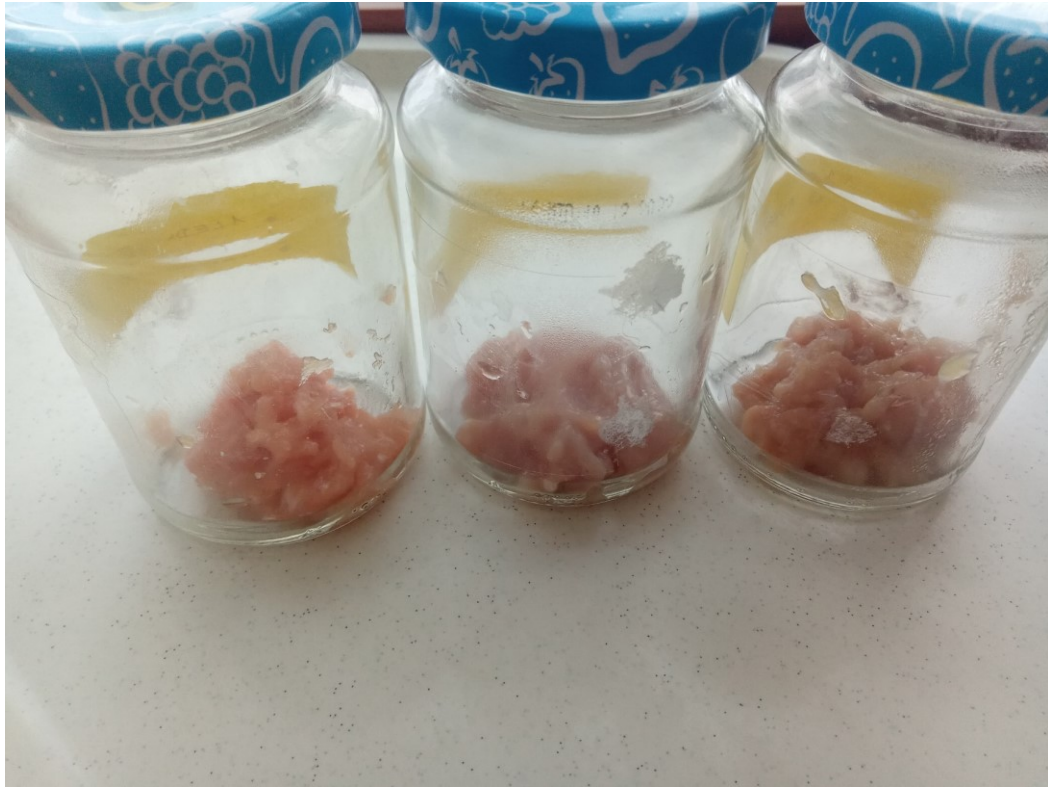


Obrázek 14: Vzorky drůbežního masa o hmotnosti 15 g opatřené senzory, mikrokontrolér
Měření probíhalo každý den ráno (označeno jako R) a večer (označeno jako V) ode dne
započnutí experimentu (Den 0 – 1 den až po zkažení) do dne, kdy se vzorek projevoval
silným zápachem. Výjimkou byl Den 3 R, kdy měření nebylo provedeno.



Obrázek 15: Sklenice o objemu 150 ml se vzorky masa připravené k měření pomocí
senzorů, mikrokontrolér. (Foto, autor)

Postupně byly vyřazeny vzorky se silným zápachem nebo vzorky s velkou změnou odezvy senzoru na uvolněný amoniak v prostoru nad drůbežím masem z důvodu zabránění poškození čidla vysokou koncentrací amoniaku. Zpracování naměřených dat proběhlo v programu MS Excel.



Obrázek 16: Vzorky drůbežího masa ve zkaženém stavu (Foto, autor)

15.5 Metodika pro měření experimentálním elektronickým nosem

Metodika byly provedena pomocí těchto kroků:

1) Zpracování analyzovaného drůbežího masa bylo provedeno následujícím způsobem:

- Homogenizace masa po dobu 30 s
- Vložení homogenizátu o hmotnosti 15 g do měřicích nádobek o objemu 150 ml s uzavíratelným víčkem a uzavření nádoby
- Uchování vzorku ve vhodném prostředí do doby měření

2) Zapnutí e-nosu a zahřátí senzorů na provozní teplotu.

3) Kalibrace senzorů na vzduchu po dobu nejméně 10 minut.

4) Měření koncentrace analytu - měření bylo složeno z následujících fází:

- Zapnutí měření
- Otevření nádobek a vložení měřících senzorů
- Měření po dobu nejméně 10 minut nebo do doby nasycení senzorů
- Ukončení měření
- Vytažení senzorů z nádobek a jejich uzavření víčkem
- vyčištění na čerstvém vzduchu nejméně po dobu 10 minut nebo do odstranění měřeného analytu ze všech čidel

5) Opakování bodu 4 bylo provedeno nejméně 2x

6) Uložení naměřených dat - záznam dat z paměťové karty nebo přímé kopírování dat ze specializovaného programu (sériový monitor).

7) Zpracování dat pomocí tabulkového procesoru:

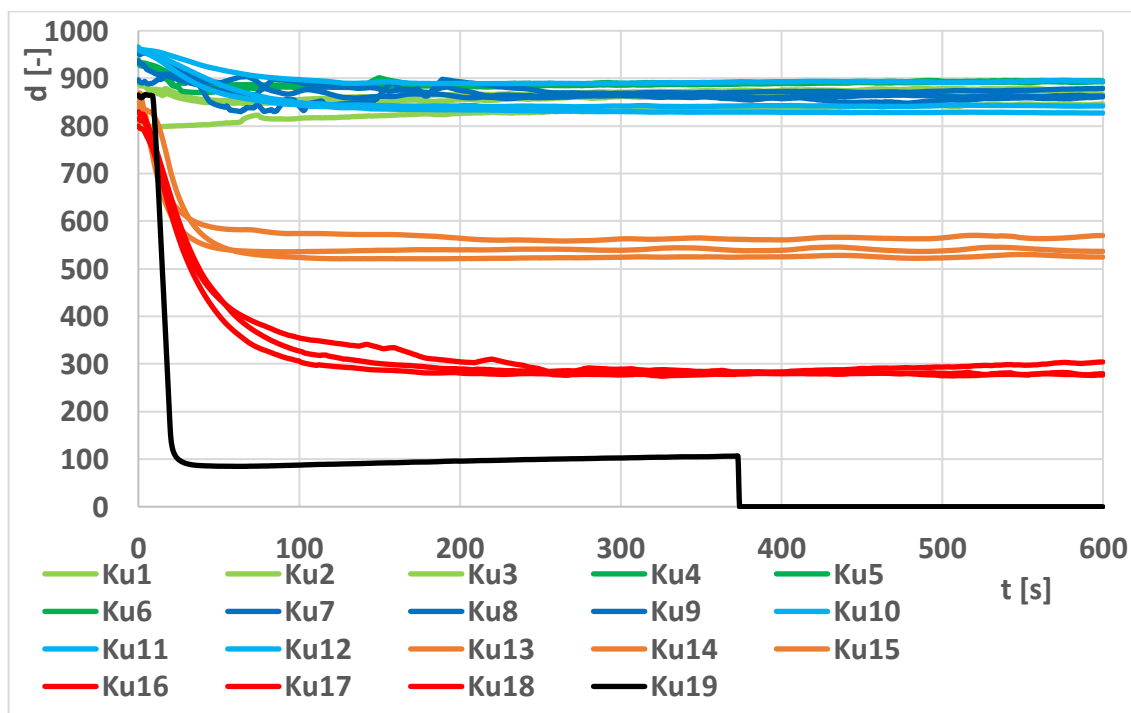
- Stanovení elektrického odporu R_0 na čistém vzduchu
- Stanovení elektrických odporů citlivé vrstvy R_S pro 100 posledních naměřených hodnot v ustáleném stavu maxima. Jestliže dojde k nasycení čidla a dojde k falešné indikaci poklesu koncentrace, vzít pro matematické zpracování vhodnou oblast maxima před falešným poklesem.
- Pro jednotlivá čidla stanovit u všech hodnot z předchozího bodu poměr R_S/R_0 a následně vyčíslit koncentraci c [ppm] analytu u všech vzorků podle rovnice $c[\text{ppm}] = b * (R_S/R_0)^a$. Koeficienty a , b jsou specifické pro každé čidlo.
- Matematicky stanovit průměrnou hodnotu ze všech hodnot z předchozího bodu, případně další potřebné statistické veličiny.

15.5.1 Měření pomocí experimentálního elektronického nosu

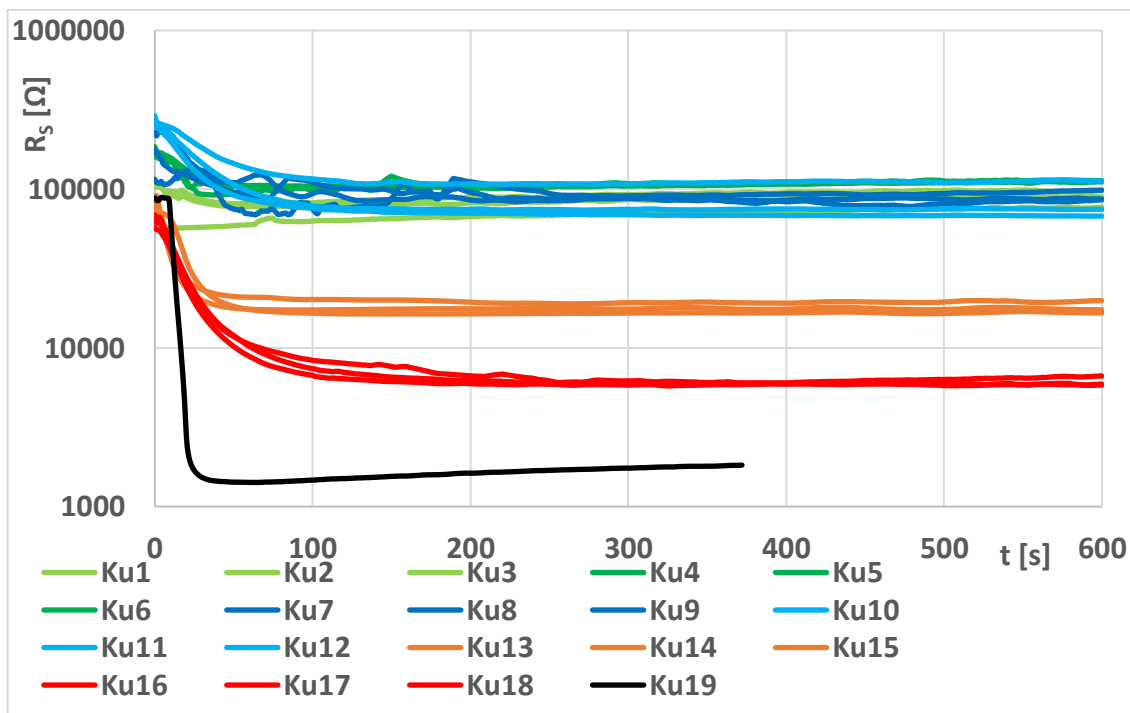
Metodika pro měření čerstvosti drůbežího masa pomocí elektronického nosu s kombinovaným sensorovým čidlem byla ověřována na vzorcích drůbežího masa uchovávaných v lednici, ve skřínce na potraviny a na osvětleném místě s pokojovou teplotou (stůl). Vzhledem k technické chybě senzoru, která byla odhalena až po měření při zpracování výsledků musely být vzorky uchovávané v potravinové skřínce z měření vyškrtuty. Z důvodu dlouhé doby opravy sensorického modulu (zejména pro dlouhou dobu dodání

náhradního čidla dodavatelem) nebylo možné měření opakovat. Z tohoto důvodu byly v práci porovnávány vzorky uchovávané v lednici a uchovávané na osvětleném místě při pokojové teplotě.

Vzhledem k tomu, že je signál ze senzoru pro NH_3 a CO na vzduchu největší a s postupným nárůstem koncentrace měřené látky klesá, bylo zjištěno z naměřených dat maximum pro každou sérii měření. Z tohoto maxima byl vypočten elektrický odpor sensorické vrstvy na vzduchu R_0 . Dále byly spočítány elektrické odpory z jednotlivých naměřených bodů při zátěži senzoru monitorovanou látkou. Příklady grafů pro vzorky uchovávané v lednici se signály ve formě datových úrovní $d [-]$ a elektrického odporu $R_S [\Omega]$ ze senzorů amoniaku jsou ukázány na obrázku 17 a 18. Na obrázku lze již zaznamenat změny koncentrací amoniaku mezi jednotlivými sériemi měření.



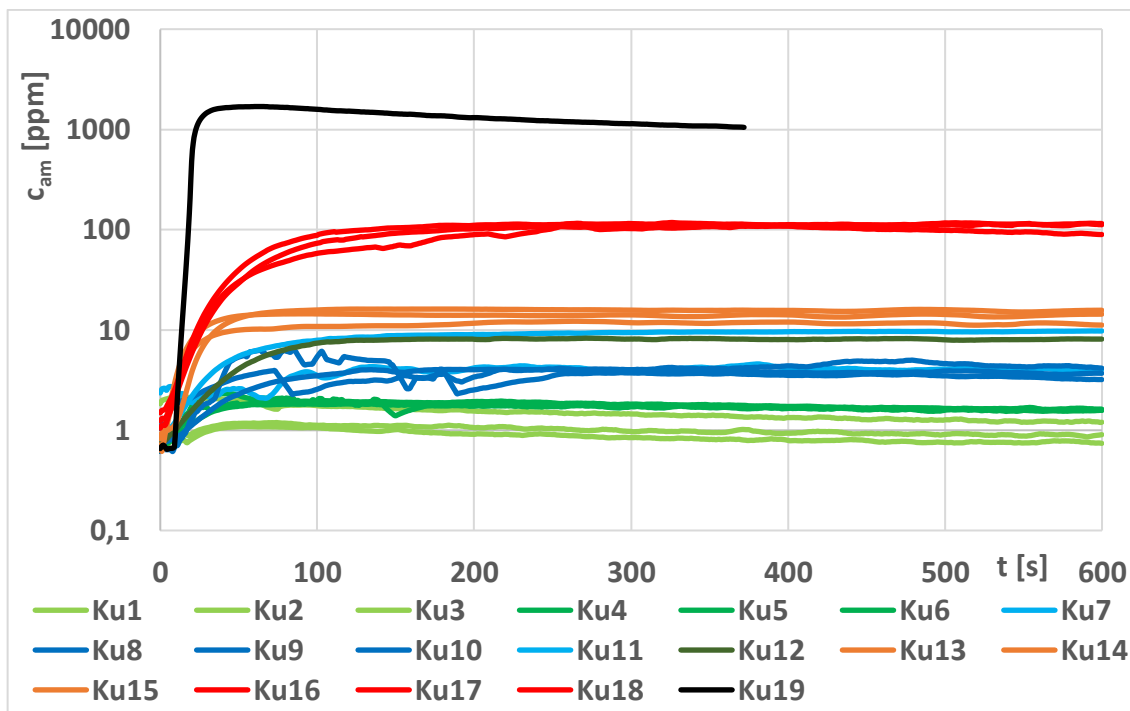
Obrázek 17: Příklad zaznamenaných změn u vzorků uchovávaných v lednici v jednotlivých sériích měření vyjádřených ve formě digitálních úrovní $d [-]$.



Obrázek 18: Příklad zaznamenaných změn u vzorků uchovávaných v lednici v jednotlivých sériích měření vyjádřených ve formě elektrického odporu.

Vypočítaný elektrický odpor citlivé vrstvy R_s [Ω] zatíženého určitou koncentrací analytu byl dán do poměru s odporem citlivé vrstvy v běžném vzduchu R_0 [Ω]. Z tohoto poměru R_s/R_0 byla následně vyčíslena zjišťovaná výsledná koncentrace c [ppm].

Pro vzorky uchovávané v lednici a čidlo amoniaku je ukázáno na příkladovém grafu na obrázku 19.



Obrázek 19: Příklad zaznamenaných změn u vzorků uchovávaných v lednici v jednotlivých sériích měření vyjádřených ve formě c_{am} [ppm].

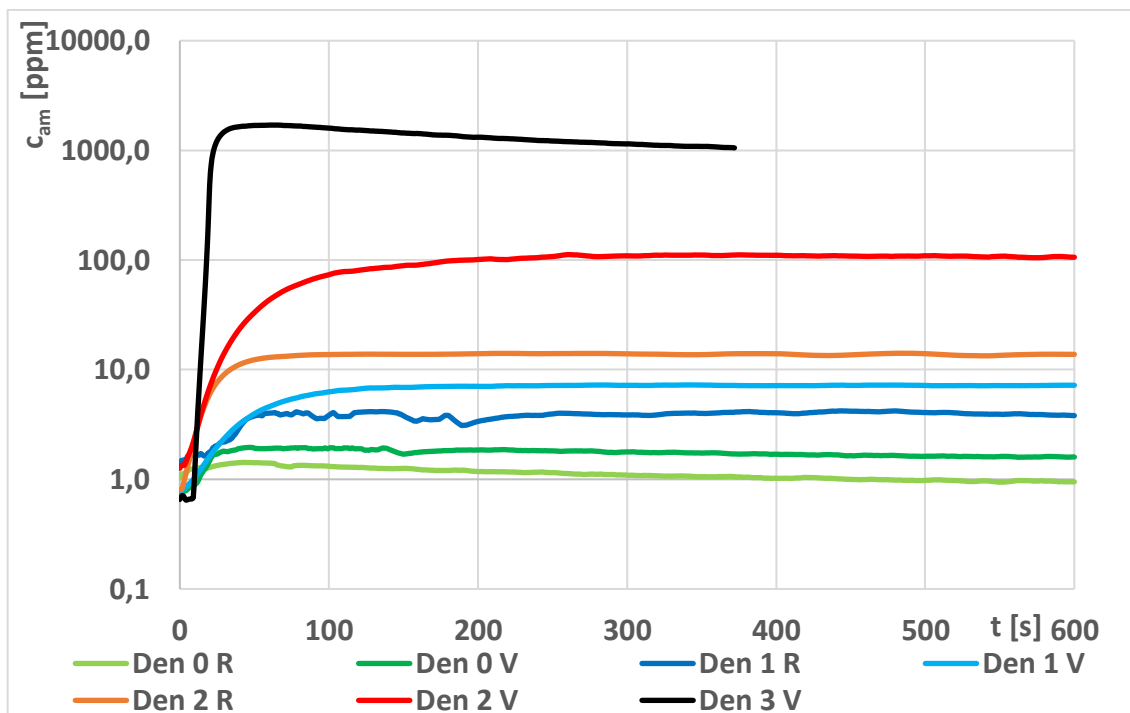
Pro výpočty koncentrací byly použity koeficienty podle Nis Wechselberga uvedeného na serveru GitHub, Inc. Rovnice pro jednotlivá čidla pak jsou:

$$\text{NH}_3: c [\text{ppm}] = 0.6151 * (R_S/R_0)^{-1.903},$$

$$\text{CO}: c [\text{ppm}] = 4.4638 * (R_S/R_0)^{-1.177},$$

$$\text{NO}_2: c [\text{ppm}] = 0.1516 * (R_S/R_0)^{0.9979}.$$

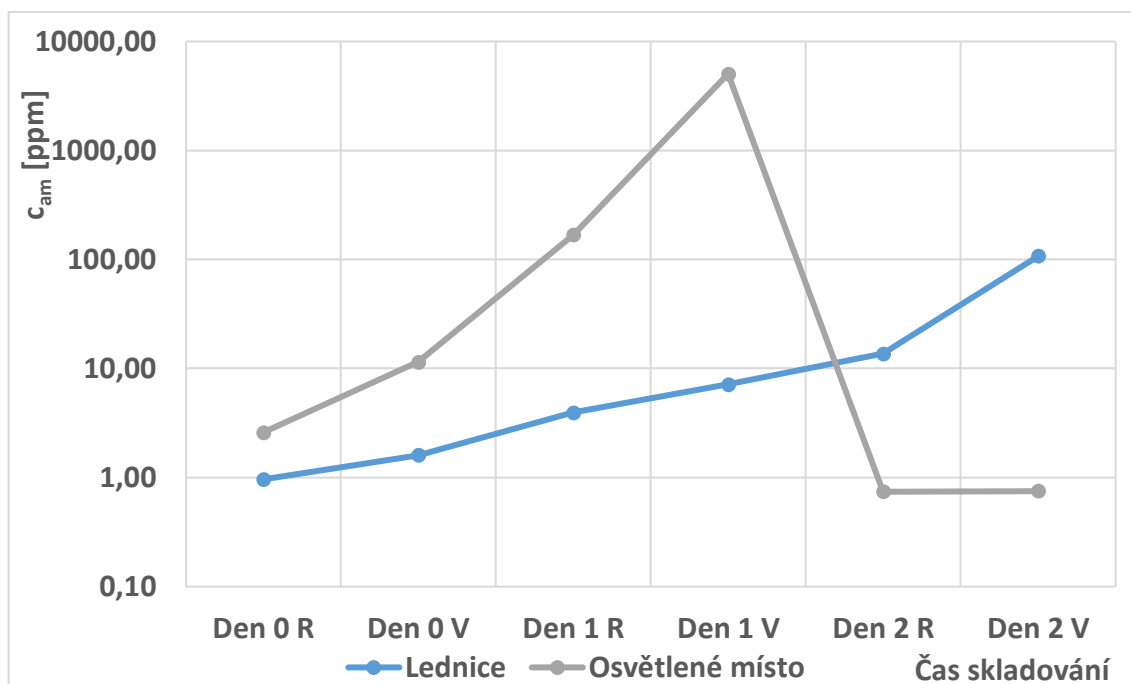
Z hodnot získaných koncentrací byla vypočtena průměrná hodnota jednotlivých sérií měření a vykreslen jejich časový záznam. Příklad zaznamenaných změn u vzorků uchovávaných v lednici v jednotlivých sériích měření je ukázán na obrázku 20.



Obrázek 20: Příklad zaznamenaných průměrných hodnot u vzorků uchovávaných v lednici v jednotlivých sériích měření vyjádřených ve formě c_{am} [ppm].

R označuje měření ráno, V označuje měření večer. Ze 100 hodnot ustálených koncentrací na koncích měřených průběhů byla vypočtena průměrná hodnota koncentrace a její směrodatná odchylka souboru a průměru. Z vypočítaných průměrných hodnot byl sestrojen graf závislosti průměrné stanovené koncentrace v prostoru nad masem na čase skladování.

Obrázek 21 ukazuje porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace amoniaku u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou.



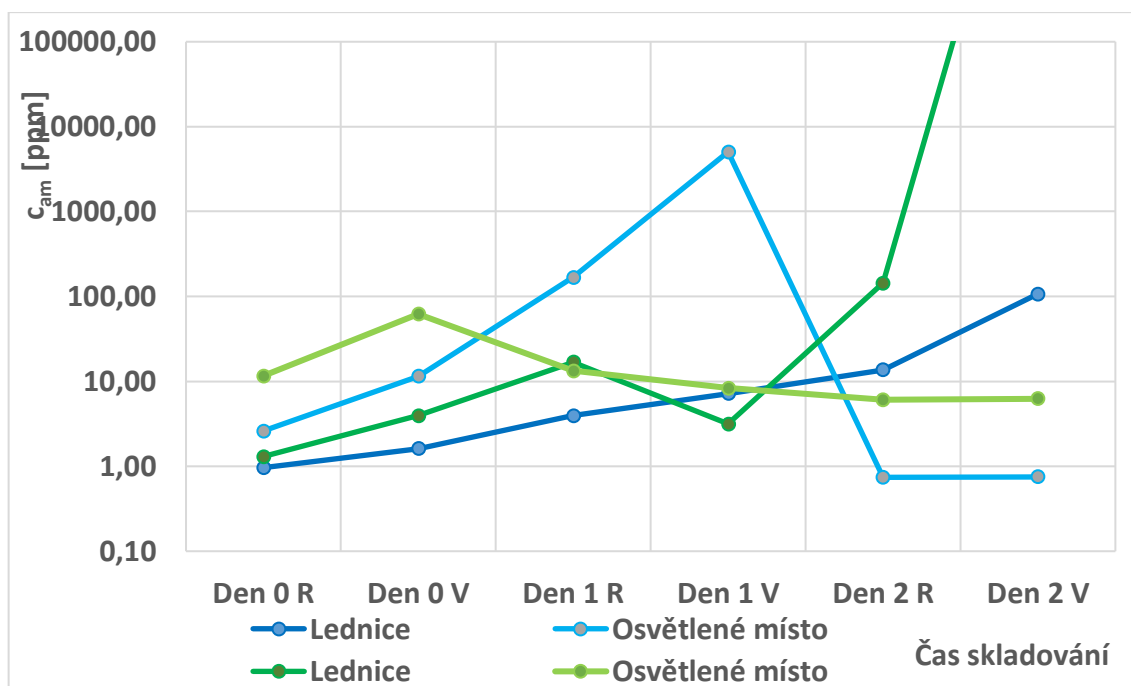
Obrázek 21: Porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace amoniaku u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou.

U vzorků byl zřejmý postupný nárůst uvolňovaného amoniaku z masa. U vzorků uchovávaných v lednici byl tento nárůst pozvolný a druhý den od začátku zpracování vzorků byla tato koncentrace na úrovni 100 ppm. U vzorků uchovávaných na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou byl tento nárůst mnohem strmější. Již přibližně 48 hodin po zpracování vzorku byla hodnota koncentrace nad 5000 ppm.

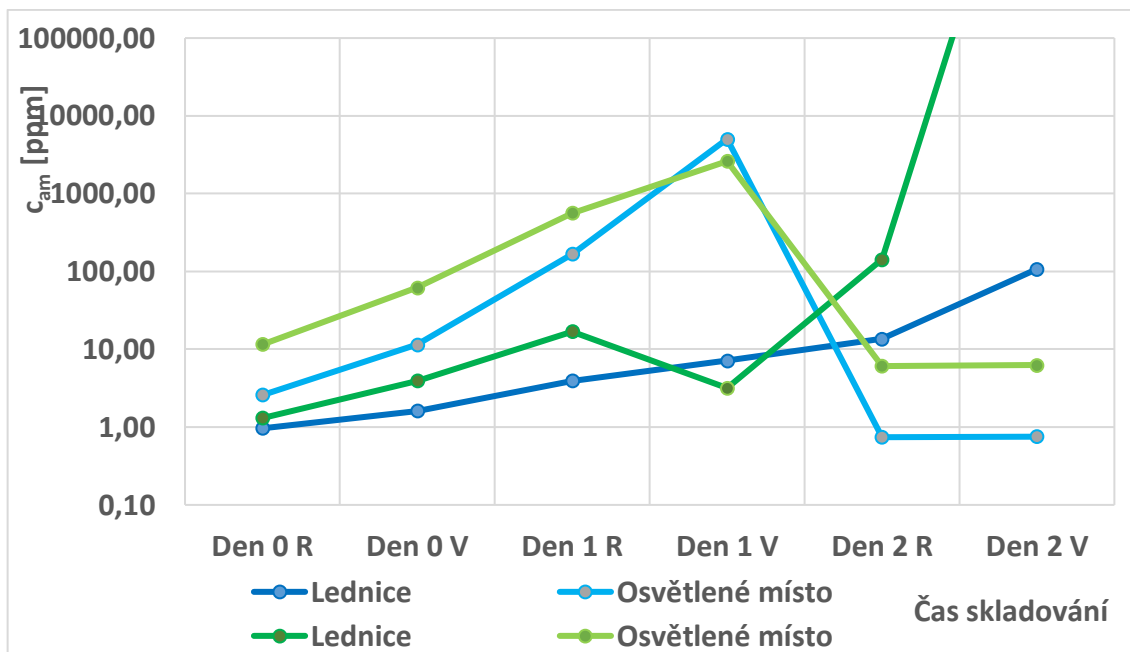
Tato koncentrace však byla již mimo doporučený rozsah senzoru (1-500 ppm NH_3). To byl i důvod, proč se senzor přesytil, a citlivá vrstva přestávala reagovat a její odpor vzrůstal. Růst odporu citlivé vrstvy byl pak indikován jako pokles koncentrace, i přesto, že koncentrace analytu v okolí senzoru byla mnohonásobně vyšší. Negativním důsledkem byl urychlený čas stárnutí citlivé vrstvy, a tím došlo ke zkrácení doby použitelnosti senzoru. Po přesycení bylo navíc nutné senzor delší dobu čistit (vyvětrat). V následujících grafech jsou tato přesycená místa označována tečkovanou čarou.

Část kombinovaného senzoru, která je citlivá zejména na CO může být ovlivňována také jinými plyny. Výrobce uvádí, že jedním z těchto plynů je i amoniak. Z tohoto důvodu byly z charakteristiky uvedené v katalogovém listu pro amoniak a senzor CO vypočítány koeficienty pro rovnici koncentrace amoniaku měřenou senzorem CO. Na základě získané rovnice NH_3 ze čidla CO: $c[\text{ppm}] = 0,9699 * (R_s/R_0)^{-4,398}$,

byly vypočítané koncentrace amoniaku ze signálů měřených senzorem CO a porovnány s hodnotami, které byly vypočítány přímo ze senzoru NH₃. Časová závislost průměrných hodnot signálů je ukázána na obr. 22. Protože výrobce uvádí charakteristiku amoniaku u čidla CO pouze do koncentrace 100 ppm, lze z této hodnoty usuzovat, že při vyšší koncentraci bude docházet k přetížení čidla. Z tohoto důvodu na obrázku 22 je viditelný pokles signálů u tohoto čidla a nasycení čidla dříve než u čidla zaměřeného na NH₃. Na základě tohoto zjištění nebyly v den 1. použity k výpočtu průměrné koncentrace ustálené hodnoty na konci měření, ale oblasti špiček koncentrací těsně před nasycením senzoru. Korigované časové závislosti průměrných hodnot jsou uvedeny na obrázku 23., který ukazuje delší nárůst koncentrací amoniaku měřených čidlem CO. Tyto koncentrace jsou v souladu s koncentracemi naměřenými přímo pomocí čidla NH₃. Z obrázku je opět vidět rozdíl při uchovávání vzorku v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou. Z obrázku lze také vyčíst již určitá mírná koncentrace amoniaku v den zpracování masa pro měření. To ukazuje na stav, že u dodaného masa začala probíhat autolýza s následujícími degradačními změnami.

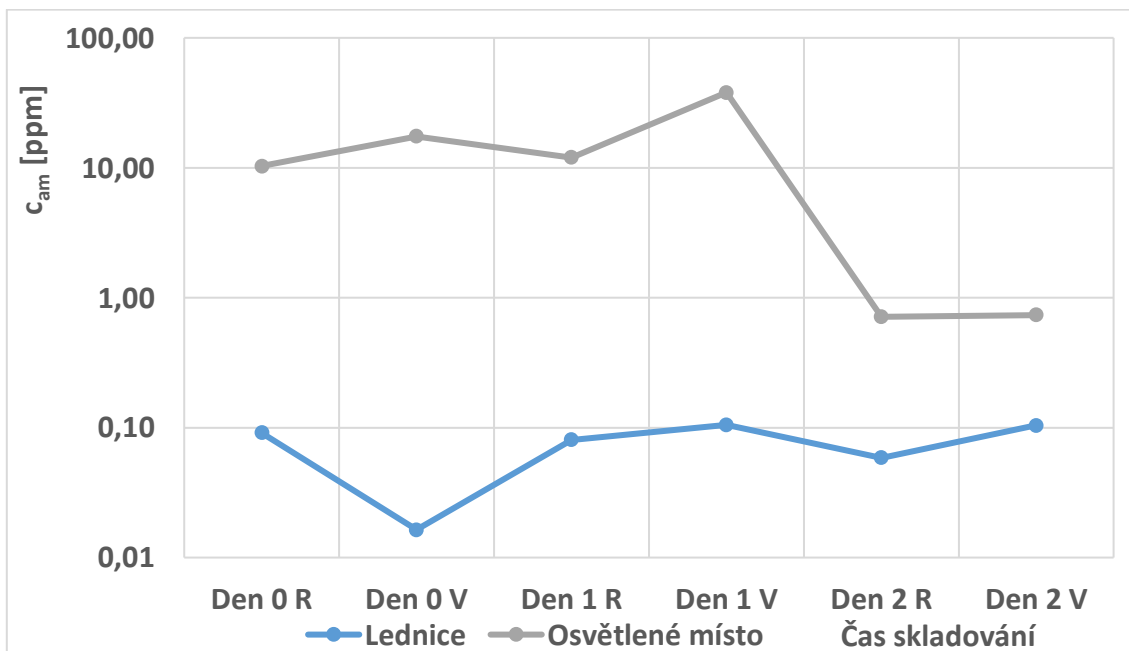


Obrázek 22: Porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace amoniaku u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou, které byly měřeny čidlem na NH₃ (označeno modře) a čidlem na CO (označeno zeleně).

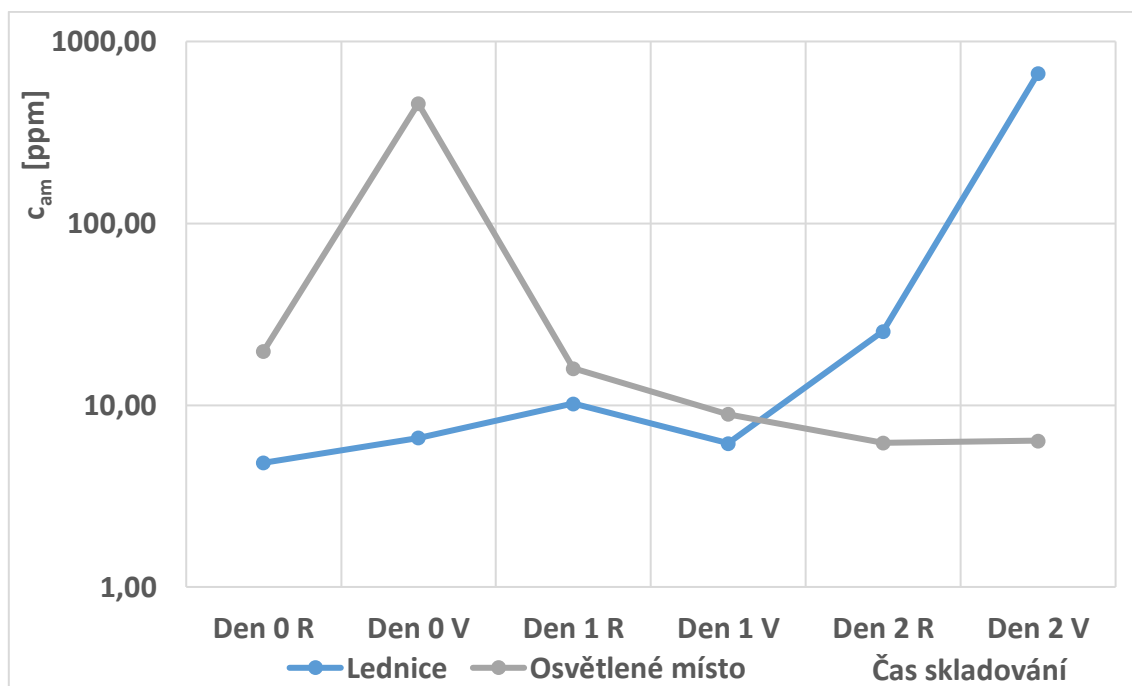


Obrázek 23: Porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace amoniaku u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou.

Pro úplný přehled o výsledcích získaných z kombinovaného senzoru MiCS6814 jsou na obrázcích uvedeny ještě výsledky pro koncentrace NO_2 a CO .



Obrázek 24: Porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace NO_2 u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou.



Obrázek 25: Porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace CO u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou.

Počet studií, které se zabývají výzkumem elektronického nosu jako zařízením pro kontrolu potravin, vzrůstá. Mezi práce, které jsou zaměřeny na kontrolu čerstvosti masa, patří např. Raudienė et al., (2018), Wojnowski et al., (2019) nebo Benabdellah et al., (2017). Tyto práce potvrzují zájem o využití e-nosu v oblasti kontroly potravin a snahu autorů o jeho další zpřesňování (rozšiřující statistické metody, neuronová síť atd.) Autoři se dále shodují v možném využití e-nosu pro kontrolu kvality drůbežího masa, což je v souladu s touto prací.

15.6 Výsledky stanovení amoniaku pomocí analytické metody

Pro srovnání výsledků z experimentálního elektronického nosu s běžnou analytickou metodou byly vzorky analyzovány na amoniak i spektrofotometrickou metodou pomocí Nesslerova činidla. Měření proběhlo první, třetí a pátý den po zpracování vzorků pro měření. V první den byla stanovena průměrná hodnota obsahu amoniaku ve vzorku $196,28 \text{ mg.kg}^{-1}$, ve třetí den $491,78 \text{ mg.kg}^{-1}$ a pátý den od začátku měření $515,55 \text{ mg.kg}^{-1}$. Z naměřených hodnot obsahu amoniaku ve vzorku je možné odhadnout nárůst koncentrace obsahu amoniaku. Změna pátý den však není tak veliká, jak by se dalo předpokládat v porovnání s naměřenými hodnotami pomocí experimentálního elektronického nosu, kde detekovaná změna je výrazně vyšší. Může to být způsobeno vyšší citlivostí elektronického nosu na amoniak. Vysoká počáteční hodnota první den po

zpracování vzorků (Den 1) mohla být způsobena nevhodnou manipulací se vzorkem při porážce, zpracování a uchovávání masa v soukromém chovu, která není známa. Dále je možné vysokou hodnotu amoniaku přičítat homogenizaci, která může způsobit degradační změny.

Podle (Kopřivy et al., 2012) je považováno za maso čerstvé takové maso, u kterého je obsah amoniaku v rozsahu 120-170 mg.kg⁻¹. Maso dosud nezávadné má obsah amoniaku v rozsahu 170-250 mg.kg⁻¹. Za maso podezřelé se považuje maso s obsahem amoniaku od 250 do 300 mg.kg⁻¹. Při hodnotě nad 300 mg.kg⁻¹ amoniaku začíná u masa rozklad a nad 350 mg.kg⁻¹ se maso považuje za zkažené.

Z těchto hodnot je zřejmé, že maso měřené třetí a pátý den je možné považovat za zkažené. V první den je možné zařadit maso do skupiny „dosud nezávadné“.

(Šánek, 2009) ve své diplomové práci stanovoval obsah amoniaku na době trvanlivosti podle v různých typech masa. U kuřecího masa naměřil výrazně nižší hodnoty, než jsou uvedeny v této práci. (Šánek, 2009) uvádí po 72 hodinách od porážky hodnotu 122,40 mg.kg⁻¹. Nejvyšší hodnotu 260,67 mg.kg⁻¹ naměřil Šánek u kuřecího masa 12 den. Tato hodnota je opět výrazně nižší, než byly hodnoty naměřené v této práci a je ji možné zařadit pouze do skupiny „podezřelé maso“. Naopak (Kožačinski et al., 2012) ve své práci uvádí, že obsah amoniaku se významně zvýšil po třech dnech skladování a po 6 dnech je maso nevhodné ke konzumaci. Autorka však stanovila hodnoty amoniaku jinou metodou (kvantitativní mikrodifúzní test NH₃ podle Schmidta), proto není možné hodnoty srovnat.

ZÁVĚR

Stanovení čerstvosti masa je důležitý faktorem v jeho přípravě pro lidskou konzumaci. Předložená diplomová práce se proto zabývá problematikou čerstvosti drůbežího masa s ohledem na bezpečnost potravin.

Teoretická část práce se zaměřuje na drůbeží maso z hlediska jeho vlastností – složení masa, barva a textura. Dále se práce zaměřuje na postmortální změny v mase, formy kažení drůbežího masa a patogenní mikroorganismy, které se tohoto procesu účastní. Kažení drůbežího masa a otázka jeho bezpečnosti je silně provázána s procesy a manipulací, které jsou s masem prováděny (chlazení, mražení, balení). S balením a skladováním masa souvisí otázka vhodných obalů pro uchování drůbežího masa a metod pro stanovování čerstvosti drůbežího masa. Práce se zaměřuje hlavně na měření amoniaku v mase, který může být použit jako indikátor čerstvosti masa. Dále je v práci zmíněna legislativa a označování masa. Práce tak tvoří informační přehled o této problematice.

Praktická část práce se zabývá měřením plynů, které se uvolňují při skladování masa se zaměřením na amoniak (NH_3). V práci byla navržena metodika měření koncentrace amoniaku v prostoru s analyzovaným drůbežím masem s využitím experimentálního elektronického nosu s kombinovaným senzorem MiCS 6814. Metodika byla využita a ověřena na vzorcích drůbežího masa s různými podmínkami skladování - lednice, potravinová skříňka a osvětlené místo s pokojovou teplotou. Z důvodu nefunkčnosti senzoru měřícího vzorky ze skříňky na potraviny, bylo nutné tyto výsledky z práce odstranit. Ostatní naměřené výsledky mohly být k vyhodnocení použity a jsou v souladu s teoretickými předpoklady. V práci byla také potvrzena možnost využití e-nosu, (jednoduchého elektronického zařízení) se senzorem MiCS6814 ke stanovení čerstvosti drůbežího masa do stavu počátečního rozkladu masa. Při vyšší koncentraci amoniaku dochází k přesycení senzoru, jeho falešné odezvě a zkrácení životnosti. V prostoru s analyzovaným drůbežím masem byl hlavně sledován obsah amoniaku, jehož hodnoty byly srovnány s běžnou analytickou metodou – spektrofotometrickou metodou na stanovení obsahu amoniaku v mase pomocí Nesslerova činidla.

Přínos této práce přispívá k zavádění elektronického nosu při kontrole čerstvosti masa kontrolními orgány, výrobci a zpracovateli a v neposlední řadě spotřebitelem. Výhodou technologie elektronického nosu je i jednoduchost a rychlost měření, snadná obsluha a finanční nenáročnost, které dále přispívají k jeho rozšiřování mezi spotřebiteli.

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.

Akademie kvality. 2018. *Kuřecí maso jako nedílná součást jídelníčku* [online], 2018. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.akademiekvality.cz/clanek/kureci-maso-jako-nedilna-soucast-jidelnicku>

BARBUT, SHAI. 1998. Odhad velikosti problému PSE u drůbeže. *Journal of Muscle Foods*, 1998, 9.1: 35-49. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4573.1998.tb00642.x>

BARBUT, SHAI. 2002. *Poultry Products Processing - An Industry*. Guide. 1st edition. BocaRaton: CRC Press, 2002. 548 s. ISBN 1-58716-060-9

BORUTOVÁ, A. 2006. Jakost masa v závislosti na podmínkách skladování. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2006, 37 s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/1861>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav potravinářského inženýrství a chemie. Vedoucí práce Velichová, Helena.

BROWN, M. 2000. HACCP in primary processing: red meat. *HACCP in the Meat Industry* [online]. Nakladatelství Woodhead, s. 1-31 [cit. 2022-04-18]. ISBN 978-1-855734487. Dostupné z: <https://app-knovelcom.proxy.k.utb.cz/kn/resources/kpHACCPMI8/toc>

CIOBANU, M. Mihai, R., LAZAR a P. C. BOISTEANU, 2016. Influence of Temperature and Freezing Time on Broiler Chicken Meat Colour. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca. *Animal Science and Biotechnologies* [online]. 73(1), 55-58 [cit. 2022-04-30]. ISSN 1843-536X. Dostupné z: [doi:10.15835/buasvmcn-asb:11678](https://doi.org/10.15835/buasvmcn-asb:11678)

Český statistický úřad. 2022. *Živočišná výroba - 4. čtvrtletí a rok 2021* | ČSÚ (czso.cz) [online] 2022. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cris/zivocisna-vyroba-4-ctvrtleti-a-rok-2021>

DIKEMAN, MICHAEL DEVINE, CARRICK. 2014. (2. vydání) *Encyclopedia of Meat Sciences*. The Chilling Process. (str. 41- 48). Elsevier. Převzato z <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00U6GXWJ/encyclopedia-meat-sciences/the-chilling-process>

DOSTÁLOVÁ, J. a P. KADLEC, 2014. Potravinářské zbožíznalství: technologie potravin. 2014. Ostrava: Monografie (*Key Publishing*). ISBN978-80-7418-208-2.

Drůbeží maso stock fotografie a Ilustrace. [online]. In.: [cit. 2022-04-14]. Dostupné z: <https://cz.depositphotos.com/stock-photos/dr%C5%AFbe%C5%BE%C3%AD-maso.html?filter=all>

DURANTI, M. a P. CERLETTI. 2007. Chemical composition and nutritional value in vitro of mechanically-deboned poultry meat. *British Poultry Science* [online]. **21**(1), 1-7 [cit. 2022-04-26]. ISSN 0007-1668. Dostupné z: doi:10.1080/00071668008416629

EAGRI. 2022. *Zákon č. 110/1997 Sb., o potravinách a tabákových výrobcích a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů § 3* [online]. [cit. 2022-04-12]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100047549.html>

EL HAJJ, Désirée, Joseph MATTA a Dolla KARAM SARKIS, 2020. Optimization of enzymatic analytical method for poultry meat. *Food Chemistry* [online]. **309**(2), 112-118 [cit.2022-04-29].ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodchem.2019.125736

ESIPA.2022. *(EU)č.1337/2013*[online].[cit.2022-04-11]. Dostupné z: <https://esipa.cz/sb/irka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32013R1337>

ESTEVEZ, I. 2009. Behaviour and environmental enrichment in broiler breeders. *Biology of breeding poultry* [online]. Wallingford: CABI, **4**(2), 261-283 [cit. 2022-04-26]. ISBN 9781845933753. Dostupné z: doi:10.1079/9781845933753.0261

EUR-lex. 1169/2011. Nařízení (EU) č. 1169/2011 o poskytování informací o potravinách spotřebitelům. *EUR-Lex: Právo EU*. [online]. [cit. 2022-04-11]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/LSU/?uri=CELEX:32011R1169>

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. [cit.2022-4-10.] <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32002R0178>.

EUR-lex. 543/2008. Nařízení Komise (ES) č. 543/2008 ze dne 16. června 2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) č. 1234/2007, pokud jde o obchodní normy

pro drůbeží maso. *EUR-Lex: Právo EU*. [online], 2008. [cit.2022-04-11].Dostupné z: <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/543/oj>

EUR-lex. 69/2016 Sb. Vyhláška č. 69/2016 Sb., o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich Úřední zveřejnění: *Sbírka Zákonů CR*; Datum zveřejnění: 04/03/2016 [online], 2016. [cit. 2022-04-11].Dostupné z:<https://eurlex.europa.eu/search.html?scope=EURLEX&text=Z%C3%A1kon+69&lang=cs&type=quick&qid=1649680047605>

EUR-lex. 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

EUR-lex. 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:PrávoEU*. [online].[cit.2022-04-11].Dostupné z:<https://eurlex.europa.eu/search.html?scope=EURLEX&text=853%2F2004&lang=da&type=quick&qid=1649684513160#>

FANG, Z. et al., 2017. *Active and intelligent packaging in meat industry* [online]. 61, 60- 71 [cit.2022- 04- 06]. ISSN09242244. Dostupné z:doi:10.1016/j.tifs.2017.01.002

Feiner, G. 2006. Meat Products Handbook - Practical Science and Technology - 39.1 FlagellainBacteria.(pp.1- 21).*Wood head Publishing*.Retrieved from <https://app.knovel.com/hotlink/pdf/id:kt00C5TQY5/meat-products-handbook/flagella-in-bacteria.2006>. ISBN 978-1-84569-050-2

FERNANDES, R. 2009. Microbiology Handbook: *Meat Products*. ISBN 9781905224661.Dostupné také z:<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&an=519446&scope=site>

FLETCHER, D.L. 2002. Poultry meat quality. *World's Poultry Science Journal* [online]. 58(2):131- 145 [cit.2022- 4- 5]. DOI:10.1079/WPS20020013.ISSN00439339. Dostupné na internete:<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1079/WPS20020013>

GÖRNER, F. a L. VALÍK, 2004. *Aplikovaná mikrobiológia požívatin*. Bratislava: Malé Centrum. ISBN 80-967-0649-7.

GRASHORN, M.A. 2007. Functionality of Poultry Meat. *Journal of Applied Poultry Research* [online].16(1):99- 106 [cit.2022- 4- 5].DOI:10.1093/japr/16.1.99.na internete:<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1056617119316009>

GREASER, et al. 2012. Postmortem Muscle. *Hand book of Meat and Meat Processing* [online].s.63- 75[cit.2022 04- 16].ISBN9781439836835.Dostupné z:https://web.s.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzQzMDU1NV9fQU41?sid=d9f6027f-910c-4038a4bd-80abc4942d59@redis&vid=0&format=EB&lpid=lp_63&rid=0

GUGGEMBUHL, J. A. 2012. Antemortem Handling. HUI, YH. *Handbook of Meat and Meat Processing*[online].s.303- 310[cit.2022- 04- 16].ISBN9781439836835.Dostupné z:https://web.s.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzQzMDU1NV9fQU41?sid=d9f6027f-910c-4038-a4bd80abc4942d59@redis&vid=0&format=EB&lpid=lp_315&rid=0

HASIL, R. 2011. *Využití umělého nosu v senzorické analýze*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologie, 2011. Bakalářská práce.

Chov drůbeže. 2000. České Budějovice: *Jihočeská univerzita*. ISBN 80-704-0446-9.

CHOWDHURY, E.U. a A. MOREY. 2019. Intelligent Packaging for Poultry Industry. *Journal of Applied Poultry Research* [online]. **28**(4), 791-800 [cit. 2022-04-06]. ISSN 10566171. Dostupné z: [doi:10.3382/japr/pfz098](https://doi.org/10.3382/japr/pfz098)

INGR, I., BOŽEK, R. MÍKA, O. et al. 1997. Dynamika postmortálních změn pH v prsní a stehenní svalovině kuřat. *Czech Journal of Animal Science*, 1997, vol. 42, no. 11, s. 517-522, ISSN 1212-181

Ingr, Ivo. 2003a. *Produkce a zpracování masa*. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, ISBN 80-7157-719-7.

Ingr, Ivo. 2003b. *Zrání masa a jeho praktický význam*. Český svaz zpracovatelů masa. [Online] 22.Říjen 2003.[cit.2022- 04- 12.] <http://www.cszm.cz/clanek.asp?typ=1&id=894>.

J. F. KERRY, 2011. Zpracované maso: *Zlepšení bezpečnosti, výživy a kvality* . 00211 . ISBN9781845694661.Dostupné také z:<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&an=680541&scope=site>

KADLEC. P., Melzoch K. a Voldřich. M. 2012. Přehled tradičních potravinářských výrob: technologie potravin. Ostrava: Monografie (*Key Publishing*). ISBN. 978-80-7418-145-0.

KAMENÍK, J., 2014. Maso jako potravina: produkce, složení a vlastnosti masa. Brno: *Veterinární a farmaceutická univerzita*. ISBN ISBN978-80-7305-673-5.

Kopřiva, V. et al. 2012. Vybrané instrumentální metody v biochemických cvičeních – inovované úlohy. Brno : Veterinární a farmaceutická univerzita, 2012. str. 47. ISBN: 978-80-7305-627-8.

KRUIJF, N. D. et al. 2010. Active and intelligent packaging: applications and regulatory aspects. *Food Additives and Contaminants* [online]. **19**(1), 144-162 [cit. 2022-04-26]. ISSN 0265-203X. Dostupné z: doi:10.1080/02652030110072722

KŘÍŽ, L. a D. KLECKER, 1994. *Chov vodní drůbeže*. Brno: Vysoká škola zemědělská. ISBN 80-715-7139-3.

Karteczková A., 2021. Korelace degradačních změn u materiálu z potměníka moučného s výstupními signály z elektronického nosu, bakalářská práce, FT UTB.,2021

KUNERT-F., H. Castagnino. 2022. Bacterial community identification in poultry carcasses using high-throughput next generation sequencing. *International Journal of Food Microbiology* [online].364[cit.2022- 04- 06].ISSN01681605.Dostupnéz:doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109533

KOZAČINSKI, L., Ž. CVRTILA FLECK, Z. KOZAČINSKI, I. FILIPOVIĆ, M. MITAK, M. BRATULIĆ, T. MIKUŠ.2012 *Evaluation of shelf life of pre-packed cut poultry meat*. [online].Vet.arhiv82,47- 58,[cit.2022- 04- 06].http://citeseerx.ist.psu.edu/view doc/download?doi=10.1.1.643.9264&rep=rep1&type=pdf2012.

MARMION, M. et al., 2021. The changing microbiome of poultry meat; from farm to fridge. *Food Microbiology* [online]. 99 [cit. 2022-04-06]. ISSN 07400020. Dostupné z: doi:10.1016/j.fm.2021.103823

MARMION, M. et al., 2022. Survive and thrive: Control mechanisms that facilitate bacterial adaptation to survive manufacturing-related stress. *International Journal of Food Microbiology* [online]. **368**(2), 1-17 [cit. 2022-04-26]. ISSN 01681605. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2022.109612

MATES, F. 2015. *Drůbeží maso a drůbeží masné výrobky*. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú. a Potravinářská komora ČR v rámci priorit České technologické platformy pro potraviny. Jak poznáme kvalitu? ISBN978-80-88019-05-3.

MATYÁŠ, Z. et al., 2002. *Podklady pro zavedení HACCP do oboru zpracování surovina potravin živočišného původu*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2002. 141 s. ISBN 80-7305-428-0

- Matindoust, Samaneh, et al., 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.
- MEAD, G.C., 2004.** Current trends in the microbiological safety of poultry meat. *World's Poultry Science Journal* [online]. **60**(1), 112-118 [cit. 2022-04-27]. ISSN 0043-9339. Dostupné z: doi:10.1079/WPS20039
- Ministerstvo zemědělství. 2009.** HACCP. Portál eAGRI - resortní portál Ministerstva zemědělství.[Online]2009.[cit.2022- 04- 11.]<http://eagri.cz/public/web/mze/potravin/hygi-ena-potravin-a-haacp/haccp/>.
- MOTTET, A. a G. TEMPIO. 2017.** Global poultry production: current state and future outlook and challenges. *World's Poultry Science Journal* [online]. **73**(2), 245-256 [cit. 2022-04-06]. ISSN 0043-9339. Dostupné z: doi:10.1017/S0043933917000071
- Nářízení komise (ES) č. 2073/2005.** In: *Eur-lex*. Dostupné také z: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32005R2073&qid=1650963117222&from=CS>
- OWENS, C., M. Owens. 2013.** *Zpracování drůbežního masa* [online]. [cit. 2022-04-06]. ISBN9780429124655.Dostupné z:<https://www.taylorfrancis.com/books/edit/10.1201/9781420042177/poultry-meat-processing-casey-owens-christine-alvarado-alan-sams>
- PETRACCI, M., MASSIMILIANO, C. 2012.** *Muscle growth and poultry meat quality* issue. *Nutrients*, 4, 12, s. 1 – 12. ISSN 2072-6643.
- Pipek, P. et al. , 2001.** *Hodnocení jakosti, zpracování a zbožíznalství živočišných produktů. Část III., Hodnocení a zpracování masa, drůbeže, vajec a ryb.* České Budějovice : Jihočeská univerzita, 2001. ISBN 80-7040-490-6.
- PIPEK, P., 1993.** *Technologie masa.* 3. přeprac. vyd. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická. ISBN 80-708-0174-3.
- Potravinářské poradenství. 2019.** *Co znamená zkratka HACCP.....?* [online].[cit. 2022-04-11].Dostupné z: <https://potravinarskeporadenstvi.cz/2019/04/01/co-znamena-zkratka-haccp/>
- PROCHÁZKOVÁ, Zuzana et al., 2010.** Application of FT NIR Spectroscopy in the Determination of Basic Physical and Chemical Properties of Sausages. *Acta Veterinaria*

Brno [online]. 79(9), S101-S106 [cit. 2022-05-09]. ISSN 0001-7213. Dostupné z: doi:10.2754/avb201079S9S101

Potraviny: Označování potravin, 2022. *Ministerstvo zemědělství* [online]. [cit. 2022-04-30]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/potraviny/oznacovani-potravin/>

POŽADAVKY NA OZNAČOVÁNÍ BALENÉHO DRŮBEŽÍHO MASA: *Nařízení EP a R (ES) č. 853/2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu* [online]. [cit. 2022-04-30]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/legpo/CD/PDF/7.pdf>

Produkce a spotřeba masa v ČR v 1.pololetí 2021: *Produkce masa, Spotřeba masa* [online], 2021. [cit. 2022-04-06]. Dostupné z: <https://www.maso.cz/category/spotreba-masa/>

REPÍKOVÁ, P. 2011. Komparace chemického složení a nutričního významu drůbežího masa. *Digitální knihovna UTB*. 56 s. [Online] 2011. [cit. 2022-04-06] Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/15445>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta technologická, Ústav technologie a mikrobiologie potravin.

ROSSAINT, S., S. KLAUSMANN a J. KREYENSCHMIDT. 2015. Effect of high-oxygen and oxygen-free modified atmosphere packaging on the spoilage process of poultry breast fillets. *Poultry Science* [online]. 94(1), 96-103 [cit. 2022-04-06]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps/peu001

SHALGINBAYEV, D. B., R. U. UAZHANOVA a L. V. ANTIPOVA, 2021. A new express method for determining the number of cycles of freezing and thawing poultry meat. *The Journal of Almaty Technological University* [online]. 1(4), 32-38 [cit. 2022-04-29]. ISSN 2710-0839. Dostupné z: doi:10.48184/2304-568X-2021-4-32-38

SIMEONOVÁ, J. 1999. *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. 84-115 s. ISBN 80-715-7405-8.

STEINHAUSER, L. 2004. *HACCP v oboru jatečnictví a zpracování masa*. Potravinářská Revue. 2004, vol. 1, s. 16-18

STEINHAUSER, L. et al., 1995. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: Vydavatelství potravinářské literatury LAST, 1995. 664 s. ISBN 80-900260-4-4

STEINHAUSEROVÁ, I. 2003. 82 s. *Produkce a zpracování drůbeže, vajec a medu*. 1. vyd. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita. ISBN isbn80-7305-462-0.

Styl instory.cz: Elektronický nos pozná zkažené maso [online], 2017. [cit. 2022-05-01]. Dostupné z: <https://styl.instory.cz/750-elektronicky-nos-pozna-zkazene-maso.html>

SVOBODA, M. *Spotřeba drůbežního masa a vajec v České republice stoupá!*. [online]. [cit. 2022-3-21]. Dostupné na internetu: <https://www.odbory.info/obsah/5/spotreba-drubezihomasa-vajec-v-ceske-republice-stoupa/327144> dne 25.02.2022

Šánek, L. 2009. Stanovení základních nutričních charakteristik masa a sledování změn během skladování. *Digitální knihovna UTB*. [Online]. [cit. 2022-04-06]. https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/10146/%C5%A1%C3%A1nek_2009_dp.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Fakulta technologická, Ústav potravinářského inženýrství. Vedoucí práce Kramářová, Daniela.

ŠILHÁNKOVÁ, L. 1995. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. 2. vyd. Praha: Nakladatelství VICTORIA PUBLISHING, 1995. 361 s. ISBN 80-85605-71-6

THIELKE, S., S.K. LHAFI a M. KÜHNE, 2005. Effects of aging prior to freezing on poultry meat tenderness. *Poultry Science* [online]. **84(4)**, 607-612 [cit. 2022-04-30]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.1093/ps/84.4.607

TŮMOVÁ, Eva, 2020. *Chov drůbeže*. Druhé, aktualizované vydání. Praha: Profi Press. ISBN isbn9788088306054.

VAŘEJKA, František, Oldřich MRÁZ a Jiří SMOLA, 1989. *Speciální veterinární mikrobiologie: celost. vysokošk. učebnice pro vys. školy veterinární*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství. Živočišná výroba (Státní zemědělské nakladatelství). ISBN 80-209-0042-X

VELÍŠEK, J. 2002. *Chemie potravin*. Vyd. 2. upr. Tábor: OSSIS. ISBN 80-866-5901-1.

VELÍŠEK, J. et al., 2009. *Chemie potravin*. Rozš. a přeprac. 3. vyd. Tábor: OSSIS. ISBN978-80-86659-17-6.

Víte co je Elektronický nos? 2015. *EnviWeb* [online]. [cit. 2022-04-02]. Dostupné z: <https://www.enviweb.cz/103634>

VLKOVÁ, E., V.RADA a J. KILLER, 2006. *Potravinářská mikrobiologie*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. str. 76. ISBN 80-213-1583-0.

Wallace, C. et al., 2011. *Bezpečnost potravin pro 21. století – Řízení HACCP a bezpečnosti potravin v celém globálním dodavatelském řetězci.* JohnWiley&Sons.

Převzato z <https://app.knovel.com/hotlink/toc/id:kpFSCMHAC2/food-safety-21st-century/food-safety-21st-century>

WALDROUP, A.L., 1996. Contamination of raw poultry with pathogens. *World's Poultry Science Journal* [online]. **52**(1), 7-25 [cit. 2022-05-10]. ISSN 0043-9339. Dostupné z: doi:10.1079/WPS19960002

Www.kurzy.cz. *Spotřeba potravin 1948 až 2020 v grafech.* © 2000 - 2022. <https://www.kurzy.cz/zpravy/623121-spotreba-potravin-1948-az-2020-v-grafech/> [online], 2022. [cit. 2022-04-09]. Dostupné z: <https://www.kurzy.cz/zpravy/623121-spotreba-potravin-1948-az-2020-v-grafech/>

Y. H. HUI. 2012. *Handbook of Meat and Meat Processing.* ISBN 9781439836835. Dostupné také z:<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&an=430555&scope=site>

YOUNG, O. A., D. A. FROST a M. AGNEW. 2012. Analytical Methods for Meat and Meat Products. HUI, YH. *Handbook of Meat and Meat Processing* [online]. s. 146-157 [cit.2022- 04- 16].ISBN9781439836835.Dostupnéz:<https://web.s.ebscohost.com/ehost/ebookviewer/ebook/bmxlYmtfXzQzMDU1NV9fQU41?sid=d9f6027f-910c-4038a4bd-80abc4942d59@redis&vid=0&format=EB&rid=1>

Zpracování masa: Chlazení a zpracování masa. *AF MENDELU* [online]. [cit. 2022-04- 27]. Dostupné z:https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=4814&typ=html

Zpracování zemědělských produktů: Technologie porážení drůbeže *AF MENDELU* [online], 2020.[cit. 2022- 04- 28].Dostupnéz:https://web2.mendelu.cz/af_291_projekty2/vseo/print.php?page=6318&typ=html

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ATP adenosintrifosfát

CCP kritické kontrolní body

CCl_3COOH kyselina trichloroctová

CO_2 Oxid uhličitý

CO Oxid uhelnatý

c_{am} koncentrace amoniaku

ČR Česká republika

DFD dark, firm, dry

d [-] zaznamenaná datová úroveň

EU Evropská unie

ES evropská směrnice

EP a R evropský parlament a rada

HACCP analýza nebezpečí a kritické kontrolní body/hazard Analysis and Critical Control Points

$[\text{HgI}_4]_2$ Nesslerovo činidlo

H_2S sulfan

ISE iontová selektivní elektroda

IB inteligentní balení

MS hmotnostní spektroskopii

MO mikroorganismy

NMR nukleární magnetickou rezonancí

NH_4Cl chlorid amonný

NH_3 amoniak

PPP provozovatel potravinářského podniku

PSE pale, soft, exudative

- pH vodíkový exponent vyjadřující kyselou nebo alkalickou reakci
- ppm parts per milion, výraz pro miliontinu celku
- RS rezistivita, měrný elektrický odpor
- SZPI státní zemědělská potravinářská inspekce
- U značka pro elektrické napětí
- UV/VIS ultra viditelnou spektroskopii
- Ω jednotka elektrického odporu

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Jednotlivé části drůbeže (Drůbeží maso stock fotografie a Ilustrace, 2020)	11
Obrázek 2: Spotřeba masa (Www.kurzy.cz, 2000 - 2022)	13
Obrázek 3: Kontejnery na převoz drůbeže (Chov drůbeže, 2000)	22
Obrázek 4: Kontejnery na převoz drůbeže (Chov drůbeže, 2000)	23
Obrázek 5: Drůbeží porážka (Chov drůbeže, 2000)	24
Obrázek 6: Drůbeží maso normální a PSE (Petracci et al., 2012)	25
Obrázek 7: Vykrvení (Chov drůbeže, 2000)	26
Obrázek 8: Struktura svalové buňky–svalového vlákna (Kameník, 2014)	27
Obrázek 9: Schéma porážky drůbežního masa (Zpracování zemědělských produktů, 2020)	29
Obrázek 10: Části drůbežního masa (Drůbeží maso stock fotografie a Ilustrace, 2020)	32
Obrázek 11: Správně označené drůbeží maso (Požadavky na označování baleného drůbežního masa, 2017)	37
Obrázek 12: Sklenice o objemu 150 ml se vzorky drůbežního masa (Foto, autor)	48
Obrázek 13: Vzorky drůbežního masa o hmotnosti 15 g rozděleny dle umístění (Foto, autor)	49
Obrázek 14: Vzorky drůbežního masa o hmotnosti 15 g opatřené senzory, mikrokontrolér	50
Obrázek 15: Sklenice o objemu 150 ml se vzorky masa připravené k měření pomocí senzorů, mikrokontrolér. (Foto, autor)	50
Obrázek 16: Vzorky drůbežního masa ve zkaženém stavu (Foto, autor)	51
Obrázek 17: Příklad zaznamenaných změn u vzorků uchovávaných v lednici v jednotlivých sériích měření vyjádřených ve formě digitálních úrovní d [-].	53
Obrázek 18: Příklad zaznamenaných změn u vzorků uchovávaných v lednici v jednotlivých sériích měření vyjádřených ve formě elektrického odporu.	54
Obrázek 19: Příklad zaznamenaných změn u vzorků uchovávaných v lednici v jednotlivých sériích měření vyjádřených ve formě c_{am} [ppm].	55
Obrázek 20: Příklad zaznamenaných průměrných hodnot u vzorků uchovávaných v lednici v jednotlivých sériích měření vyjádřených ve formě c_{am} [ppm].	56
Obrázek 21: Porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace amoniaku u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou.	57
Obrázek 22: Porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace amoniaku u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou, které byly měřeny čidlem na NH_3 (označeno modře) a čidlem na CO (označeno zeleně).	58
Obrázek 23: Porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace amoniaku u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou.	59

Obrázek 24: Porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace NO_2 u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou.59

Obrázek 25: Porovnání časových závislostí průměrných hodnot koncentrace CO u kuřecího masa skladovaného v lednici a na suchém osvětleném místě s pokojovou teplotou.60

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Drůbeží maso (Český statistický úřad, 2022).....	12
Tabulka 2: Složení libové svaloviny (Kadlec et al., 2012).....	17
Tabulka 3: Obsah amoniaku v mase (Kopřiva et al., 2012)	43