

Možnosti náhrady NaCl ve sterilovaných kuřecích játrových paštikách

Bc. Michaela Smolková

DIPLOMOVÁ PRÁCE
2021



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta technologická

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta technologická

Ústav technologie potravin

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Michaela Smolková**
Osobní číslo: **T17316**
Studijní program: **N2901 Chemie a technologie potravin**
Studijní obor: **Technologie potravin**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Možnosti náhrady NaCl ve sterilovaných kuřecích jätrových paštikách**

Zásady pro vypracování

I. Teoretická část

1. Charakteristika drůbežího masa a masných výrobků.
2. Technologické postupy při výrobě jätrovek.
3. Trendy v náhradách NaCl v masných výrobcích.

II. Praktická část

1. Popis surovin a materiálu využitého v experimentu.
2. Popis výroby vzorků jätrových paštik.
3. Výroba modelových vzorků.
4. Vyhodnocení výsledků a jejich diskuse.
5. Formulace závěrů práce.

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

Seznam doporučené literatury:

- [1] VELÍŠEK, J. Chemie potravin 1, OSSIS, Tábor 2013. VELÍŠEK, J. Chemie potravin 2, OSSIS, Tábor 2013
- [2] STEINHAUSER, L. a kol. Hygiena a technologie masa, LAST Brno, 1995, 1. vydání. ISBN 80-9002260-4-4, str. 664. PIPEK, P. Technologie masa I, 2. vydání, Praha 1991, ediční středisko VŠCHT, ISBN 80-7080-106-9, str. 172
- [3] PURSLOW, P.P. (2017): The Structure and Growth of Muscle. In: Toldrá F. (ed.): Lawrie's Meat Science. Eighth Edition. Woodhead Publishing, Duxford, UK. 713 s

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

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

Termín odevzdání diplomové práce: **14. května 2021**

L.S.

prof. Ing. Roman Čermák, Ph.D.
děkan

Ing. Robert Gál, Ph.D.
ředitel ústavu

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracovala samostatně a použitou literaturu jsem citovala. V případě publikace výsledků budu uvedena jako spoluautorka.
- 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

Cílem tohoto experimentu bylo najít technologicky vhodnou částečnou náhradu chloridu sodného ve sterilovaných kuřecích jätrovkách. A tímto způsobem tak docílit zlepšení nutričních vlastností u kuřecích jätrovek, zejména po zdravotní stránce a zároveň vyrobit kvalitní a bezpečný produkt pro spotřebitele. Jako částečné náhrady chloridu sodného byly použity chlorid draselný a chlorid hořečnatý v různých poměrech. Vliv těchto náhrad na finální kvalitu kuřecí jätrovky byl hodnocen na základě získaných hodnot z měření texturního profilu, barvy a mikrobiologického rozboru.

Klíčová slova: paštiky, náhrada soli, NaCl, KCl, MgCl₂, barva, textura, kuřecí jätrovka

ABSTRACT

The aim of this thesis was to find a technologically suitable partial substitution of sodium chloride in sterilized chicken liver pâtés. The practical experiment is expected to result in improving of the nutritional properties of chicken liver pâtés, especially in terms of health site and as well as producing a qualitative and safe food product for consumers. Potassium chloride and magnesium chloride were applied in various proportions as a partial substitute of sodium chloride. The effect of these substitutes on the final quality of chicken liver pâtés was evaluated on the basis of values obtained from measurements of texture profile, color and microbiological analysis.

Keywords: salt substitution, NaCl, KCl, MgCl₂, color, texture, chicken liver pâtés

Ráda bych touto cestou poděkovala všem, kteří mi byli s vyhotovením této diplomové práce významně nápomocni. Velmi děkuji svému vedoucímu diplomové práce Ing. Robertovi Gálovi, Ph.D. za vstřícnost, ochotu, věnovaný čas a cenné rady nejen při vedení této práce. Také moc děkuji doc. RNDr. Leoně Buňkové, Ph.D. za podporu a pomoc při zpracování výsledků z oblasti mikrobiologie.

Zvláštní poděkování pak směřuji svému manželovi a blízké rodině, kteří mi byli po celou dobu studia velmi nápomocni a důležitou oporou.

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

OBSAH

| | |
|--|-----------|
| Úvod | 10 |
| 1 PROBLEMATIKA CHLORIDU SODNÉHO VE VÝŽIVĚ A JEHO VÝZNAM POTRAVINÁCH..... | 12 |
| 1.1 Role sodíku ve výživě | 12 |
| 1.1 Význam NaCl v potravinách..... | 13 |
| 2 CHARAKTERISTIKA DRŮBEŽÍHO MASA A DRŮBEŽÍCH MASNÝCH VÝROBKŮ..... | 15 |
| 2.1 Nutriční hodnoty drůbežího masa | 15 |
| 2.2 Produkce a spotřeba drůbežího masa v ČR..... | 16 |
| 2.3 Charakteristika drůbežích masných výrobků | 19 |
| 3 TECHNOLOGIE VÝROBY STERILOVANÝCH KUŘECÍCH JÁTROVÝCH PAŠTIK..... | 21 |
| 3.1 Výběr a skladba surovin pro výrobu kuřecí játrové paštiky..... | 21 |
| 3.1.1 Masné suroviny | 21 |
| 3.1.2 Sůl a dusitanová solící směs | 22 |
| 3.1.3 Kořenící směsi a přídatné látky | 22 |
| 3.2 Tepelné ošetření sterilované kuřecí játrové paštiky | 22 |
| 4 POSUZOVÁNÍ KVALITY KUŘECÍCH JÁTROVÝCH PAŠTIK..... | 24 |
| 4.1 Optimální sensorické a nutriční vlastnosti sterilované kuřecí játrové paštiky..... | 25 |
| 4.1.1 Textura kuřecí játrovky | 25 |
| 4.1.2 Barva kuřecí játrovky..... | 27 |
| 4.2 Mikrobiologický obraz kuřecího masa a kuřecí játrovky | 29 |
| 4.2.1 Indikátorové mikroorganismy v potravinářství | 30 |
| 4.2.2 Patogenní a podmíněně patogenní mikroorganismy nejčastěji se vyskytující u kuřecího masa | 32 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.2.3 | Možný výskyt patogenních mikroorganismů u sterilovaných paštik | 35 |
| 4.2.4 | Mikrobiologické limity pro sterilované kuřecí játrovky | 36 |
| 5 | MOŽNOSTI NÁHRADY CHLORIDU SODNÉHO A JEHO DŮLEŽITOST VE STERILOVANÝCH KUŘECÍCH PAŠTIKÁCH A OSTATNÍCH MASNÝCH VÝROBCÍCH..... | 37 |
| 5.1 | Důležitost NaCl a rizika spojená se snížením množství NaCl..... | 37 |
| 5.2 | Možnosti náhrady NaCl v masných výrobcích | 39 |
| 5.3 | Možnosti náhrady NaCl v játrových paštikách | 40 |
| 6 | CÍL PRÁCE | 42 |
| 7 | METODIKA PRÁCE | 43 |
| 7.1 | Materiál a metody | 43 |
| 7.2 | Příprava experimentálních vzorků sterilovaných kuřecích játrovek..... | 43 |
| 7.2.1 | Receptura | 44 |
| 7.3 | Postup výroby experimentálních vzorků sterilovaných kuřecích paštik..... | 45 |
| 7.4 | Měření texturních parametrů kuřecí játrovky | 46 |
| 7.5 | Měření barvy kuřecí játrovky | 47 |
| 7.6 | Mikrobiologický rozbor vzorků kuřecí játrovky | 48 |
| 8 | VÝSLEDKY A DISKUZE | 49 |
| 8.1 | Výsledky z měření texturních parametrů vzorků kuřecí játrovky | 49 |
| 8.1.1 | Tvrdost | 49 |
| 8.1.2 | Síla gelu | 52 |
| 8.1.3 | Pružnost | 54 |
| 8.2 | Vyhodnocení barvy u vzorků kuřecí játrovky | 56 |
| 8.2.1 | Jas L* | 56 |
| 8.2.2 | Přechod mezi červenou a zelenou a* | 58 |
| 8.2.3 | Přechod mezi žlutou a modrou (Y/B) b* | 60 |
| 8.3 | Vyhodnocení mikrobiologického obrazu u vzorků kuřecí játrovky | 63 |

| | | |
|---------------------------|---|----|
| 8.3.1 | Zjištěné hodnoty KTJ/g u vzorků kuřecí játrovky | 64 |
| ZÁVĚR | | 72 |
| Seznam použité literatury | | 74 |
| Seznam obrázků | | 84 |
| Seznam tabulek | | 85 |
| Seznam grafů | | 86 |
| Seznam Příloh | | 87 |

ÚVOD

Sodík je pro lidské tělo velmi důležitým prvkem. Udržuje potenciál buněčných membrán, podílí se na vstřebávání živin v tenkém střevě, reguluje objem extracelulární tekutiny a tím také ovlivňuje objem a tlak krve. Na druhou stranu nadměrný příjem chloridu sodného, a tedy sodíku, přispívá k rozvoji kardiovaskulárních onemocnění v důsledku zvyšování krevního tlaku.

Ve vyspělých zemích není výjimkou, že Světovou zdravotnickou organizací doporučená denní dávka soli (méně než 5 g/osobu) je spotřebiteli několikanásobně překračována. A to zejména z toho důvodu, že chlorid sodný je součástí tolik oblíbených potravin jako je pečivo, zpracované maso tedy masné výrobky a polotovary, sýry a některé mléčné výrobky. Z tohoto důvodu je veřejností na výrobce kladen požadavek na reformulaci (změnu obsahu živin, nebo zvýšení podílů složek s pozitivním působením na lidský organismus) těchto oblíbených druhů potravin.

V této experimentální práci se zabývám možnostmi, jak v masných výrobcích, konkrétně sterilovaných játrových paštikách, snížit obsah sodíku, aniž by došlo ke zhoršení jakostních vlastností těchto výrobků.

V teoretické části práce je rozebírána role sodíku ve výživě, chemické a technologické vlastnosti drůbežního masa, technologie výroby kuřecí játrovky, metody hodnocení kvality paštik a v neposlední řadě význam chloridu sodného při výrobě masných výrobků. V této části jsou dále prezentovány studie jiných autorů, kteří se již dříve úspěšně zabývali náhradou chloridu sodného v masných výrobcích.

Samotný experiment pak popisuje výrobu 10 vzorků sterilovaných kuřecích játrovek, ve kterých byl částečně nahrazen chlorid sodný chloridem draselným a chloridem hořečnatým v různých poměrech. Dále jsou v této části prezentovány výsledky z analýzy texturních vlastností, barvy a mikrobiologického obrazu experimentálních vzorků sterilovaných kuřecích paštik. Přičemž první analýzy byly provedeny po výrobě vzorků v roce 2018 a poté po 3 letech skladování v roce 2021.

I. **TEORETICKÁ ČÁST**

1 PROBLEMATIKA CHLORIDU SODNÉHO VE VÝŽIVĚ A JEHO VÝZNAM V POTRAVINÁCH

1.1 Role sodíku ve výživě

Sodík hraje v lidském těle důležité role a je nenahraditelným chemickým prvkem. Například udržuje potenciál buněčných membrán, podílí se na vstřebávání živin v tenkém střevě, reguluje objem extracelulární tekutiny a tím také ovlivňuje objem a tlak krve. Okolo 90 % sodíku v těle pochází z jedlé soli v lidské stravě [1, 2].

V čem tedy tkví problém sodíku ve výživě? V jeho nadměrné konzumaci. Světovou zdravotnickou organizací je doporučena denní dávka méně než 5 g/osobu. Nadměrný příjem soli ve stravě se pak podílí na vývoji kardiovaskulárních onemocnění, neboť s věkem zvyšuje krevní tlak. Doporučený příjem soli odpovídá konzumaci sodíku méně než 2 g denně, přitom jeho fyziologické potřeby jsou odhadovány na 200-500 mg/ osobu a den [3, 4].

K potravinám, které člověka nejvíce zatěžují sodíkem, patří pečivo, zpracované maso tedy téměř všechny masné výrobky a polotovary, sýry a některé mléčné výrobky. Odhaduje se, že průmyslově zpracované potraviny se podílejí ve vyspělých zemích na příjmu sodíku přibližně 75 % [5, 6].

V těchto výrobcích se často jedná o tzv. skrytou sůl, což znamená, že si spotřebitelé nejsou vědomi, že tyto produkty mohou obsahovat vyšší obsah sodíku. Proto je na místě motivovat zpracovatele potravin k redukci obsahu soli v potravinách. Protože pokud má nastat v lidské stravě významné snížení příjmu soli, vyžaduje to posun ve dvou klíčových oblastech, kterými jsou komerční potraviny a chování konzumentů [7, 4].

Tohoto cíle lze dosáhnout pomocí:

- identifikaci hlavních zdrojů soli v lidské výživě
- výběru potravin pro realizaci cílených hladin soli
- stanovení cílených hladin soli v těchto potravinách
- určení strategie pro zapojení zúčastněných stran (tzv. stakeholders)
- sestavení vhodných způsobů monitoringu [7].

Je logické, že vzhledem k vysoké ekonomické zátěži, kterou vyspělým zemím přináší nadměrná konzumace sodíku jejími obyvateli, již mnoho států přijalo strategie ke snížení konzumace sodíku. První zemí, která zavedla rozsáhlé cílené hladiny soli bylo Spojené království v letech 2003 a 2011. Díky tomuto opatření došlo ke snížení spotřeby soli o 1,4 g/osobu denně [7, 8].

1.1 Význam NaCl v potravinách

Odpradáвна byla jedlá sůl používána jako složka, která zlepšuje nejen chuť, ale také prodlužuje údržnost masa a jiných potravin [9, 10].

Principem konzervačního účinku soli je zvýšení osmotického tlaku. Díky tomu se v potravinách sníží vodní aktivita s následným bakteriostatickým efektem. Vnitřní osmotický tlak v bakteriální buňce je vyšší než v okolním prostředí. Výsledkem tohoto účinku je pak tlak působící zevnitř bakteriální buňky proti buněčné stěně, který se označuje jako turgor. Bakteriální buňka musí být schopna udržet turgor bez ohledu na rozdíly v osmotickém tlaku zevního prostředí. Odpověď mikroorganismů na osmotický stres jednak zahrnuje fyziologické změny a jednak změny v expresi genů. Tento jev je označován pojmem osmoadaptace [11, 12, 13].

Odpovědí na dočasnou ztrátu turgoru po hyperosmotickém šoku je hromadění rozpuštěných látek v cytoplasmě. V důsledku tohoto se zvýší vnitřní osmotický tlak, který dokáže obnovit turgor. Upřednostňovány jsou neiontové látky, protože mnohé enzymy ztrácejí svoji aktivitu v přítomnosti vysoké koncentrace solí. U bakterií schopných růstu v prostředí s vysokým osmotickým tlakem se vyvinula schopnost akumulovat cytoplazmatické hladiny určité třídy rozpuštěných látek, které nijak vážně neinterferují s funkcí cytoplazmatických enzymů a které se označují jako kompatibilní látky. Kontrolované hromadění kompatibilních látek je proto hlavní faktor v adaptivní odpovědi bakteriálních buněk na osmotický stres [11].

Kompatibilní látky mohou být buď transportovány do buněk z vnějšího prostředí, nebo syntetizovány *de novo* v cytoplasmě. Existují rozdíly v tom, jak bakterie snášejí vysoký osmotický tlak zevního prostředí. Gramnegativní bakterie vykazují nižší odolnost a tím také vyšší citlivost k vyšším koncentracím soli v prostředí [10].

Bylo zjištěno, že přidavek NaCl potlačil růst bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* při testech s mletým hovězím masem po 21 dnech skladování při 2°C (3,22 log/KTJ/g) v porovnání s neošetřenou kontrolou (7,39 log/KTJ/g) [14].

Naproti tomu v případě bakterií mléčného kvašení nebyl zaznamenán téměř žádný rozdíl (kontrola 8,36 log /KTJ/g; přidavek NaCl 7,83 log KTJ/g).

Přidavek NaCl snížil počet aerobních mezofilních bakterií ve vepřovém mase přibližně o jeden log KTJ/g při koncentraci 1,5 % a o 2 log KTJ/g při 3 % v porovnání s kontrolou v den 0. Vyšší koncentrace dokázala udržet tento rozdíl i 6. den pokusu. Tento bakteriostatický efekt se však neprojevil 12. den, kdy ve všech vzorcích dosáhl počet aerobních mezofilních bakterií přibližně stejné hladiny 9 log/KTJ/g. V případě čeledi *Enterobacteriaceae* se při koncentraci NaCl projevila redukce 2,2 log/KTJ/g v den 0. V 6. dnu činila při koncentraci NaCl 3 % tato diference 2,7 log/KTJ/g. Opět ale 12. den byla ve všech vzorcích hladina těchto bakterií okolo 8 log/KTJ/g. Po určité době i z počátku citlivé gramnegativní bakterie si dokáží vybudovat obranné mechanismy, díky kterým dokáží překonat osmotický stres [13].

Mezi grampozitivní bakterie schopné růst v osmoticky zatíženém prostředí patří *Listeria monocytogenes* a *Staphylococcus aureus*. *S. aureus* patří mezi halotolerantní bakterie schopné růstu při hodnotách a_w až do 0,86 (ekvivalentní 3,5 M NaCl). Osmoprotektivními látkami pro tuto bakterii jsou cholin, taurin, prolin a betain. Stupeň akumulace závisí na stupni osmotického stresu. Nejúčinnější osmoprotektivní látkou pro *S. aureus* je betain [11].

Jedním z mechanismů, který využívá *L. monocytogenes* pro toleranci vysoké hladiny soli v prostředí, je změna v expresi genů vedoucí ke zvýšené nebo snížené syntéze rozličných bílkovin. Byly identifikovány proteiny „salt shock” a proteiny „stress acclimation”. Jestliže se v zevním prostředí nenacházejí protektivní látky (jako je betain, carnitin, atd., bakteriální buňky syntetizují Ctc protein jako odpověď na vysokou osmolaritu. Gen ctc odpovědný za jeho tvorbu je závislý na sigma faktoru σ_B . Tento faktor je důležitá součást při odpovědi buněk *L. monocytogenes* na stres způsobený nepříznivými zevními podmínkami. Rozsah v jakém bakterie závisí při své reakci na stresové podmínky na sigma faktoru σ_B , se liší mezi jednotlivými sérotypy [12].

2 CHARAKTERISTIKA DRŮBEŽÍHO MASA A DRŮBEŽÍCH MASNÝCH VÝROBKŮ

Drůbeží maso patří mezi základní druhy masa a je důležitou součástí sortimentu na trhu potravin. Drůbeží maso je řazeno mezi „bílé maso“ a je považováno za nízkoenergetické a lehce stravitelné. V porovnání s masem jatečných zvířat, nazývaným jako „červené maso“, má drůbeží maso ve svalovině méně vaziva, a proto je jemně vláknité, křehké a lehce stravitelné. Kratší období výkrmu a vysoká intenzita růstu drůbeže předurčuje drůbeží maso jako potravinu budoucnosti [15].

Masem se rozumí požitelné díly zvířat – domácích kopytníků, zajícovců, drůbeže, farmové zvěře, velké a drobné volně žijící zvěře [16].

Obecně je za maso považováno kosterní svalovina s tukem a pojivovými tkáněmi, kostmi, chrupavkami, krví, mízními cévami a nervy získané během porážky dobytka a drůbeže. V užším slova smyslu je však za maso považována pouze kosterní svalovina jako samostatná svalová tkáň, bez pojivových tkání, kostí, cév a tuku (sádlo) [17].

2.1 Nutriční hodnoty drůbežího masa

Drůbeží masová tkáň je jemná, křehká a lehce stravitelná a lze ji velmi dobře kombinovat s dalšími potravinami. Drůbeží maso je bohatým zdrojem bílkovin, tuků, minerálních látek a vitaminů. Bílkoviny mají vysokou biologickou hodnotu. Drůbeží maso obsahuje všechny esenciální aminokyseliny, jejichž využitelnost v organismu je vysoká. Kuřecí maso (vzhledem ke krátké době výkrmu) obsahuje poměrně málo kolagenu, maso je proto křehčí a bílkoviny jsou lehce stravitelné, obsahuje vyšší podíl nenasycených mastných kyselin a nízké procento tuku. Drůbeží maso je významným zdrojem vitaminů, především vitaminů skupiny B a vitaminů rozpustných v tucích A a D, obsah vitaminu E závisí do značné míry na způsobu krmení. Je také zdrojem železa, vápníku, sodíku, fosforu, hořčíku a zinku [18, 17].

Tab. 1. Průměrné chemické složení masa drůbeže [18]

| Průměrné chemické složení masa drůbeže | voda [%] | bílkoviny [%] | tuk [%] |
|--|----------|---------------|---------|
| kategorie | | | |
| kuřata | 72 | 16–22 | 4–6 |
| slepice | 70 | 21–22 | 5–6 |
| jatečné krůty | 70,5 | 24–25 | 3–4 |
| krůty dospělé | 67 | 24 | 8 |
| jatečné kachny | 63 | 14–17 | 19–20 |
| kachny dospělé | 58 | 14–17,5 | 22–25 |
| jatečné husy | 68 | 20 | 12 |
| husy dospělé | 60 | 18 | 23–26 |

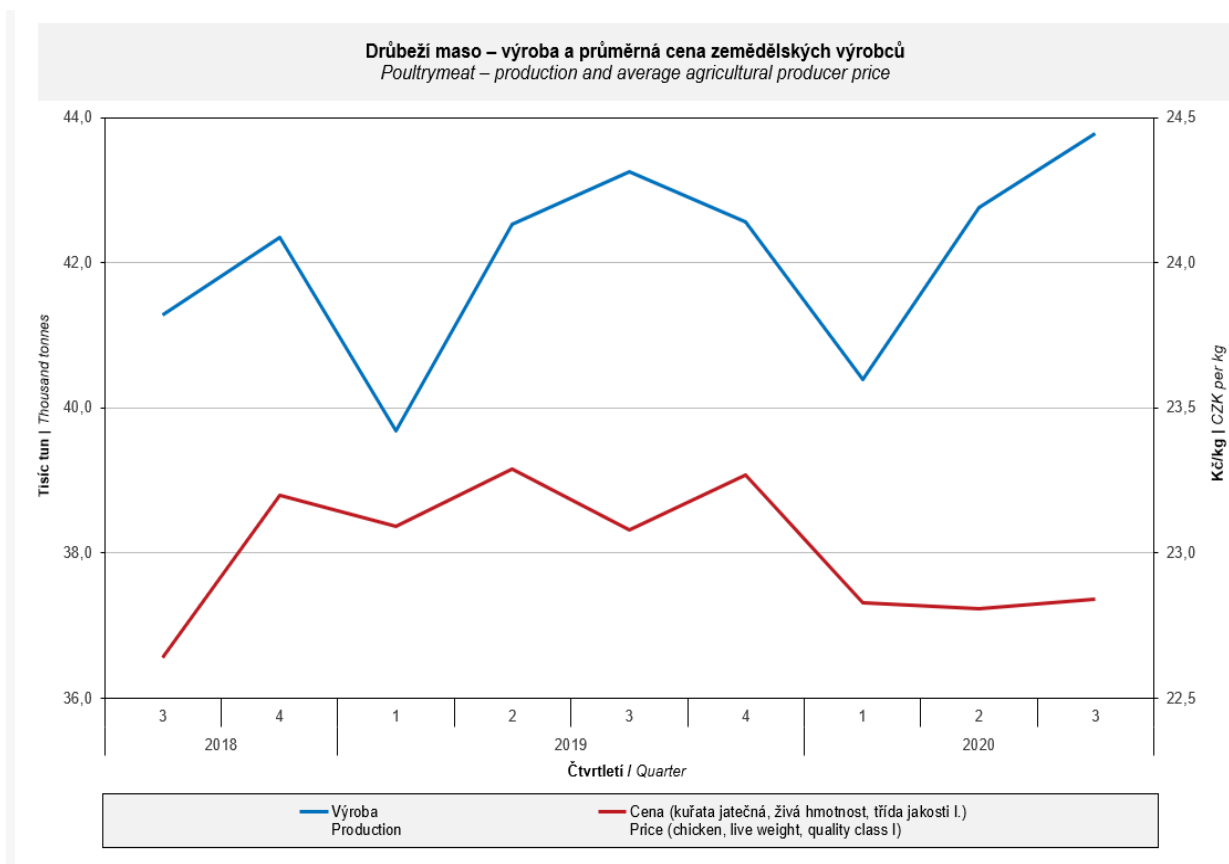
2.2 Produkce a spotřeba drůbežního masa v ČR

Produkce drůbežního masa v současnosti ve světě je cca 30 % z celkové produkce masa hospodářských zvířat. Starší data ukazují, že nejvyšší výroba drůbežního masa byla v ČR v roce 2005, kdy dosahovala 241 000 tun a od té doby klesala až na 170 000 tun v roce 2014. Je zřejmé, že stoupající spotřeba drůbežního masa v ČR je řešena dovozem. Ve světě je nejvyšší výroba drůbežního masa v USA, Číně a Brazílii, v Evropě je nejvyšší ve Francii, v Polsku a Německu. V roce 2020 bylo podle statistického šetření Ministerstva zemědělství ČR na jatka dodáno 262 774 tun drůbeže, což představuje výrobu 170 725 tun drůbežního masa s mírným meziročním navýšením o 1,6 % [19].

Průměrná cena zemědělských výrobců jatečných kuřat byla v roce 2020 mírně nižší než v předcházejícím roce (–2,0 %). Během roku se s malými odchylkami pohybovala kolem 22,72 Kč/kg živé hmotnosti, přičemž maximální byla v srpnu (23,73 Kč/kg) a minimální v listopadu (21,39 Kč/kg). Cena jatečných kuřat je dlouhodobě stabilní, od roku 2013 má velice pozvolna klesající trend.

Podle statistiky pohybu zboží přes hranice se i s komoditou živá drůbež meziročně obchodovalo méně. Obrat obchodu vyjádřený počtem zvířat se snížil u drůbežích mláďat o 6,5 %, u dospělé drůbeže dokonce o 14,0 %, a to poklesem na straně dovozu i vývozu. Dovoz jednodenních kuřat dosáhl 6,0 mil. ks (–15,4 %) a vývoz 88,7 mil. ks (–5,2 %). Ještě výrazněji se snížil obchod s kuřaty a slepicemi určenými k porážce. Těch se v živé hmotnosti dovezlo pouhých 634 tun (–58,8 %) a vyvezlo 20 041 tun (–14,1 %), což odpovídá měsíční produkci drůbežního masa v ČR. Hlavními partnery pro dovoz živé drůbeže byly Maďarsko,

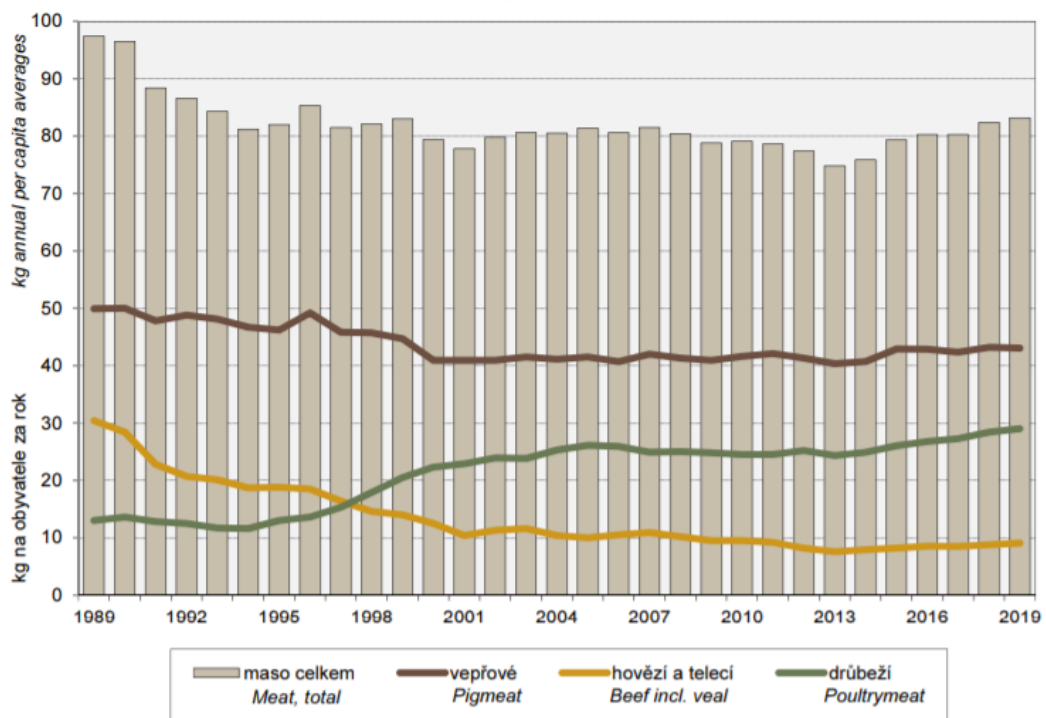
Slovensko a Německo; vývozy směřovaly na Slovensko, do Polska, Rumunska a Německa. Ve sledovaném období se prohloubil schodek obchodu s drůbežím masem. Pohyb zboží přes hranice zaznamenal zvýšení na 112 499 tun (+3,0 %) v dovozu a pokles na 15 443 tun (−16,3 %) na straně vývozu. Více než polovina drůbežního masa se dovezla z Polska, mírně se navýšil dovoz z Maďarska. Vývoz směřoval na Slovensko, do Německa a Rakouska [19].



Obr. 1. Výroba drůbežního masa v ČR [20]

Ve spotřebě drůbežního masa zaujímají největší podíl (90 %) celá kuřata a kuřecí části. V České republice se nyní spotřeba drůbežního masa pohybuje okolo 25–30 kg na os./rok [19].

Graf 2 SPOTŘEBA MASA V HODNOTĚ NA KOSTI
Consumption of meat in terms of carcass weight



Obr. 2. Spotřeba masa v ČR [21]

Od roku 1995, kdy spotřeba drůbežího masa dosahovala 13 kg/osobu/ rok, vzrostla v České republice spotřeba drůbežího masa v následujících 14 letech na 30 kg/osobu/rok a na této úrovni se drží i v současnosti. Pro srovnání – vepřové maso dosahuje stabilní úrovně 40 kg/osobu/rok a spotřeba hovězího poklesla na cca 9 kg/osobu/rok v roce 2019 [19].

Spotřeba drůbežího masa byla ovlivňována řadou příznivých faktorů. Mezi ně patří především příznivé biologické a nutriční vlastnosti drůbežího masa, změna životního stylu obyvatel a v neposlední řadě i nižší maloobchodní cena. U drůbeže je jednou z významných předností minimalizování kumulace nežádoucích látek v mase v závislosti na krátké době výkrmu. U drůbežího masa hraje u spotřebitelů důležitou roli ekonomická výhodnost oproti masu velkých hospodářských zvířat. Uvedené skutečnosti jsou důvodem, proč drůbeží maso a výrobky z drůbeže mají vysoké předpoklady pro racionální výživu [18].

2.3 Charakteristika drůbežích masných výrobků

Dle legislativy jsou drůbeží masné výrobky a drůbeží suroviny (maso) definovány takto:

Drůbežím masem se rozumí pouze takové drůbeží maso, které je vhodné k lidské spotřebě a jež nepodstoupilo jinou úpravu než ošetření chladem nebo mrazem.

Čerstvé drůbeží maso je drůbeží maso, které není ztuhlé v důsledku chlazení a jež musí být skladováno za stálé teploty od -2°C do $+4^{\circ}\text{C}$.

Zmrazené drůbeží maso je drůbeží maso, které musí být zmrazeno v co nejkratší době v rámci možností běžné porážky a skladováno při stálé teplotě nepřevyšující -12°C .

Hluboce zmrazené drůbeží maso je drůbeží maso, které musí být skladováno při stálé teplotě nepřevyšující -18°C .

Masné polotovary jsou vyráběny z čerstvého masa nebo rozmělněného masa, ke kterému byly přidány potraviny (např. syrové kořeněné maso), koření nebo přídatné látky či které byly podrobeny ošetření, jež nestačí ke změně vnitřní struktury svalových vláken masa, a tím i k vymizení vlastností čerstvého masa (např. před smažené výrobky – nuggety, hamburgery a další částečně tepelně opracované výrobky). Mohou být vyrobeny také z masa tepelně neopracovaného, u kterého zůstaly zachovány vnitřní buněčná struktura a vlastnosti čerstvého masa a k němuž byly přidány potraviny, kořenicí přípravky nebo přídatné látky. Polotovary jsou určeny k tepelné kuchyňské úpravě před konzumací. Za masný polotovar se považuje i výrobek z mletého masa s přidavkem jedlé soli vyšším než 1 % hmotnosti

Drůbeží masné výrobky jsou zpracované výrobky získané zpravidla tepelným ošetřením masa tak, že z řezné plochy je zřejmé, že produkt pozbyl znaků charakteristických pro čerstvé maso.

Strojně odděleným masem se rozumí produkt získaný strojním oddělováním masa, které zůstalo po vykostění na kostech nebo z celých těl poražené drůbeže tak, že se ztratí nebo změní struktura svalových vláken [16, 22].

Tepelně opracované drůbeží masné výrobky jsou výrobky, u kterých bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícího působení teploty 70°C po dobu 10 minut. Do této skupiny výrobků patří drobné masné výrobky (např. párky, špekáčky, klobásy apod.), měkké salámy (šunkový salám, gothajský salám apod.), uzená drůbeží masa, šunky, paštiky.

Trvanlivé tepelně opracované drůbeží výrobky jsou výrobky, u kterých bylo ve všech částech dosaženo minimálně tepelného účinku odpovídajícího působení teploty 70°C po dobu 10 minut a návazným opracováním (zráním, uzením nebo sušením) došlo k jejich vysušení tak, aby byla prodloužena minimální trvanlivost na 21 dní při teplotě skladování 20°C.

Drůbeží konzervy – sterilované výrobky v hermeticky uzavřených obalech (ve všech částech působení teploty odpovídající 121°C po dobu 10 minut) [22].



Obr. 3. Drůbeží masné výrobky [23]

3 TECHNOLOGIE VÝROBY STERILOVANÝCH KUŘECÍCH JÁTROVÝCH PAŠTIK

Technologie výroby kuřecí játrové paštiky zahrnuje několik kroků, díky kterým se dosáhne požadovaných senzorických vlastností a také potřebné údržnosti, charakteristické struktury a barvy. Jednotlivé technologické procesy se pak kombinují dle typu kuřecí játrové paštiky. Zejména záleží, zda se jedná o játrovou paštiku hrubozrnnou, mělněnou, sterilovanou či pasterovanou a na druhu použitého obalu [24, 25].

Obecně je paštika definována jako tepelně opracovaný masný výrobek z mělněného masa, převážně roztíratelný, který nemusí být naráženy v technologickém obalu. Tepelně opracovaným masným výrobkem se rozumí, takový výrobek, u kterého bylo dosaženo ve všech částech minimálního tepelného účinku působením teploty 70°C po dobu 10 min [22].

Konkrétně v případě sterilovaných paštik (konzerv) se jedná o proces, kterým bylo dosaženo tepelného účinku v jádře odpovídajícího 10 minutám záhřevu při teplotě 121°C. Sterilaci jsou inaktivovány vegetativní formy mikroorganismů včetně jejich spór, což zaručuje minimální trvanlivost paštiky (konzervy) v neporušeném obalu při teplotě místnosti 28°C. a to až po dobu 4 let [22, 26].

3.1 Výběr a skladba surovin pro výrobu kuřecí játrové paštiky

3.1.1 Masné suroviny

Jedním z nejdůležitějších aspektů pro výslednou jakost kuřecích paštik je výběr masných surovin. A to zejména vyzrálého kuřecího masa (stehenní svalovina), kuřecích jater a kuřecích kůží. Významný vliv na kvalitu těchto surovin má několik faktorů: zdravotní stav a úroveň výživy drůbeže, délka výkrmu, pohlaví, genotyp, podmínky chovu, jatečné zpracování, postmortální změny masa [27, 28].

3.1.2 Sůl a dusitanová solící směs

Sůl dodává paštikám chuť, vaznost, konzistenci a údržnost. Jedlá sůl se používá převážně do výrobků, kde není nutné zajistit růžovou barvu. Dusitanové solící směsi se naopak přidávají do výrobků, u kterých je žádáno růžové zbarvení i po tepelném zpracování. Sůl, zejména v kombinaci s fosforečnany rozpouští myofibrilární bílkoviny masa. Přídavek soli ovlivňuje interakce mezi aktinem a myozinem. Tyto elektrostatické interakce jsou založené na negativních a pozitivních nábojích, které mohou působit přitažlivými či odpudivými silami, čímž se mezi aktinem a myozinem získá větší prostor. Výsledkem je schopnost masa vázat více vody [29, 30].

3.1.3 Koření směsi a přídatné látky

Z důvodu prodloužení trvanlivosti, zvýraznění chuti, zlevnění výrobku, nebo zlepšení sensorických a technologických vlastností produktů jsou výrobci často přidávány různé přísady do paštik. Nejčastěji jsou to konzervanty, koření směsi, zvýrazňovače chuti, škroby, karagenany, bílkovinné přísady a emulgátory [31].

3.2 Tepelné ošetření sterilované kuřecí játrové paštiky

Součástí většiny procesů při výrobě paštik je tepelné ošetření. Konkrétně u konzerv je sterilace používána jako základní konzervační metoda [32].

Průmyslová výroba sterilovaných paštik má nastavené postupy tepelného ošetření k zajištění takzvané obchodní sterility a tím i mikrobiologické bezpečnosti konzervy [33].

Českou technickou normou je obchodní sterilita definována jako nepřítomnost životaschopných mikroorganismů, které by se mohly za podmínek oběhu množit a nepřítomnost mikroorganismů vyvolávajících alimentární onemocnění [34].

Jedna z hlavních podmínek obchodní sterility je, že při termostátové zkoušce v hermeticky uzavřených obalech nedojde po desetidenní inkubaci při teplotě 35–37°C k většímu zvýšení počtu mikroorganismů než na 10^2 . Obchodní sterilitou se tedy rozumí, že konzervovaná potravina nesmí obsahovat mikroorganismy, které jsou schopné se množit za normálních teplotních podmínek během skladování a distribuce [35].

Hodnota F tedy termická smrtící dávka je délka času v minutách, kterému musí být výrobek vystaven dané teplotě, aby došlo ke zničení určitého počtu přítomných mikroorganismů. Při výrobě konzerv je referenční teplotou hodnota $121,1^{\circ}\text{C}$. Obecný vzorec pro výpočet hodnoty F je:

$$F=D \times (\log N_0 - \log N)$$

kde hodnota D označuje dobu potřebnou k tomu, aby aplikovaná teplota snížila četnost živých mikroorganismů obsažených v zahříváné potravíně právě o 1 logaritmičeský řád, což je o 90 %. N_0 je četnost mikroorganismů v 1 gramu syrového produktu a N je maximální množství mikroorganismů, které mohou přežít v tepelně opracovaném výrobku [36].

Tedy u masných konzerv je referenční bakterií *Clostridium sporogenes*, protože nebezpečnější spóry *Clostridium botulinum* mají nižší hodnotu $D_{121,1}$. Pro *Cl. sporogenes* je hodnota $D_{121,1}$ 1 minuta, zatímco pro *Cl. botulinum* je to 0,21-0,25 minuty. To znamená, že působením teploty $121,1^{\circ}\text{C}$ po dobu 0,21 minuty se sníží četnost buněk *Cl. botulinum* o 1 logaritmičeský řád, což je o 90 %. Termofilní spóry vyžadují k eliminaci hodnot $F_{121,1}$ nad 6,0. Pro tropické konzervy, u nichž se předpokládá, že budou skladovány při teplotách nad 30°C , je potřebné aplikovat při sterilaci hodnotu $F_{121,1}$ 10-14, aby se zajistila minimální trvanlivost 1 rok při 35°C . Průmysloví zpracovatelé uvádějí tepelné opracování naplněných konzerv v rotaklávech zpravidla na hodnotu $F_{121,1}$ 15 [29, 35, 37].

Pro zajištění správně provedené sterilace konzerv je tedy také potřeba vypočítat dobu tepelného procesu, po který bude výrobek vystaven aplikované teplotě za účelem požadovaného zničení přítomných mikroorganismů. Vypočítává se hodnota L smrtící rychlost, pro kterou platí vzorec:

$$L=10^{(T_1 - T_2)/z}$$

Platí, že T_1 je teplota v jádře zaznamenaná během tepelného opracování výrobku, T_2 je referenční teplota, hodnota z vyjadřuje teplotní rozdíl ve $^{\circ}\text{C}$, jemuž za daných podmínek odpovídá zkrácení nebo prodloužení doby D o 1 logaritmičeský řád [29, 36].

Jestliže je tedy hodnota D pro *Cl. botulinum* při $121,1^{\circ}\text{C}$ 0,21 minuty, platí:

$$F=D (\log N_0 - \log N): 0,21 (\log 1 - \log 10^{-12})= 0,21 \times 12 = 2,52$$

Působením teploty 121,1°C po dobu 2,52 minut ve všech částech konzervy zaručuje, že přežije jedna jediná spóra *Cl. botulinum* v 1 z 1 bilionu konzerv, což takového množství vyrobených konzerv nedosahuje ani roční světová výroba [35].

Test stability konzerv po tepelném ošetření pak spočívá v jejich inkubaci k detekci možného vývoje přeživších spór. Po tepelném ošetření je doporučeno, aby konzervy byly inkubovány po dobu 10–14 dnů při 37°C. Tyto podmínky jsou dostatečné k vyklíčení a následnému růstu mezofilních spór, které by přežily sterilaci. Kažení konzerv v důsledku mikrobiálního růstu se pak projevuje tvorbou plynu (bombáží = konzervy jsou nafouklé), abnormálním nepříjemným aroma, nebo netypickou barvou nebo odchylkami pH [33].

4 POSUZOVÁNÍ KVALITY KUŘECÍCH JÁTROVÝCH PAŠTIK

Kvalita, nebo též označována jako jakost výrobku je definována jako soubor vlastností, které má produkt mít k naplnění funkcí, pro které je určen, a to při nejnižší nabývací ceně. Kvalita je tedy souborem vlastností výrobku určujících jeho schopnost uspokojit předpokládané nebo předem stanovené potřeby spotřebitele. Kvalita výrobku lze rovněž vyjádřit jako relaci mezi skutečnými a požadovanými vlastnostmi výrobku a také jeho poměr mezi kvalitou skutečnou a normovanou [17].

Hlavním a zcela zásadním požadavkem je, aby produkt neohrozil zdraví a život spotřebitelů, musí být tedy zdravotně nezávadný. Výrobek musí být také pro spotřebitele lákavý ze sensorického hlediska, jako je například vynikající vůně, chuť a atraktivní obal. Dále jsou výrobky pro spotřebitele zdrojem energie a živin, musí být proto nutričně hodnotné. Celková kvalita výrobku je tedy souhrnem jednotlivých znaků kvality a charakteristik kvality. Kvalitativním znakem se rozumí každá jednotlivá vlastnost, chemická složka, mikrobiální či jiné agens výrobku. Kvalitativní znaky příbuzného charakteru vytvářejí vyšší jednotky, kterými jsou kvalitativní charakteristiky [17, 22].

4.1 Optimální sensorické a nutriční vlastnosti sterilované kuřecí játrové paštiky

Nutriční a sensorické vlastnosti produktu se mění podle podmínek a způsobu technologického zpracování, použitých surovin a jejich změn vzniklých během skladování a jejich zpracování. Jedná se především o změny pozitivní, tedy očekávané, které produktu dodávají jeho charakteristickou chuť a vůni, nebo negativní změny jako vznik netypické chutě, vůně či zabarvení. Nutriční složení kuřecí játrovky je ovlivněno především složením surovin, recepturou a podmínkami skladování výrobku. Nutričně významné látky jsou nejvíce poznamenány tepelným opracováním produktu, a to jak pozitivně, tak negativně. Za pozitivní změny můžeme považovat zvýšení stravitelnosti koagulací bílkovin a degradaci antinutričních faktorů. Negativní změny zahrnují rozklad termolabilních vitaminů, snížení biologické hodnoty bílkovin nebo oxidace tuků [38].

4.1.1 Textura kuřecí játrovky

Textura kuřecí játrovky je dána především obsahem vody a tuku, obsahem a složením polysacharidů, bílkovin zejména nerozpustných. Změny textury nastávají při významnějších změnách v obsahu vody nebo tuku v důsledku destrukce polysacharidů, koagulací nebo hydrolyzou proteinů. Paštiky mají charakter emulze, která může být technologickými operacemi stabilizována nebo naopak může dojít k destrukci [38].

Rozpad textury kuřecí játrovky může být zapříčiněn nedostatečným rozmělněním svalové tkáně, nevhodnou materiálovou skladbou, nadměrným zahříváním suroviny během mletí, nevyhovující stav suroviny, nedostatečným přídavkem nebo nedostatečně rozmíchaným NaCl v díle [29, 39].

Texturu paštik je možno analyzovat pomocí instrumentálních metod, které jsou založeny na působení vnější síly na vzorek výrobku, přičemž působení síly má nevratný deformační účinek. Vnější síla, kterou přístroj působí na vzorek, překračuje jeho pevnost. Nejběžnější metody jsou Warner-Bratzlerův test, analýza texturního profilu a penetrometrie [40, 41].

Analýza pomocí texturního profilu (TPA)

Tato metoda je založena na simulaci podmínek, které jsou v ústech při namáhání potravin. Jedná se v podstatě o píst, systém dvou desek (ploch). První deska je stacionární, na ní je položen vzorek a druhá pohyblivá, která na vzorek působí tlakovou, deformační silou. U této metody je nutné, aby velikost vzorku nepřekračovala plochu desky, která na ni silově působí. Měření probíhá ve dvou cyklech [42].

Warner-Bratzlerův test

Zde se simuluje první skousnutí v ústech, jde v podstatě o měření tzv. stříhové síly, síly potřebné k přeříznutí vzorku. Způsoby provedení testu jsou rozdílné. Nejčastěji měření vypadá tak, že se vzorek se svalovými vlákny položí takovým způsobem, aby nůž vzorek krájel kolmo na směr vláken. Rychlost krájení je možné libovolně nastavit, a to i během samotného experimentu s tím, že řezání probíhá do úplného rozdělení vzorku Warner-Bratzlerovým nožem. Přístroj pak zaznamenává sílu, kterou je nutné vynaložit pro rozdělení vzorku [43, 44].

Penetrometrie

Penetrometry patří mezi nejstarší a nejdéle používané přístroje na hodnocení textury. Principem měření je pronikání sondy skrz testovaný materiál, přičemž se měří síla potřebná na dosáhnutí dané hloubky průniku anebo celkové hloubky průniku. Čím větší síla je potřebná, anebo čím menší je penetrační hloubka, tím odolnější je materiál. Penetrometry se často používají pro stanovení tuhosti tuků, testování tuhosti gelů a právě paštik.

Základním prvkem tohoto testování je pronikání penetrační sondy do vzorku. Kdy se používají tyto dva způsoby:

- měření potřebné síly k proniknutí do určité hloubky při konstantní rychlosti sondy,
- měření hloubky vpichu v nastaveném čase nebo naopak za konstantní síly působící na sondu.

Paštiky nemají ve většině případů takovou strukturu, ze které by se dal snadno vykrojit vzorek pomocí vykrajovátka a ten si zachoval výšku i tvar při manipulaci. Je tedy vhodné měřit paštiky v nějaké nádobě o přesně definovaných rozměrech. Proto se paštiky často měří v obalu, pokud je paštika v konzervě nebo hliníkovém kelímku [43, 44].



Obr. 4. Měření textury experimentálních vzorků kuřecí játrovky na přístroji TA-XT plus [Foto autorka]

Sonda při měření pronikne do 5 mm vzorku a bude měřena maximální síla potřebná k proniknutí sondy do vzorku. Rychlost pohybu příčnicku bude 50 mm/min [43, 44].

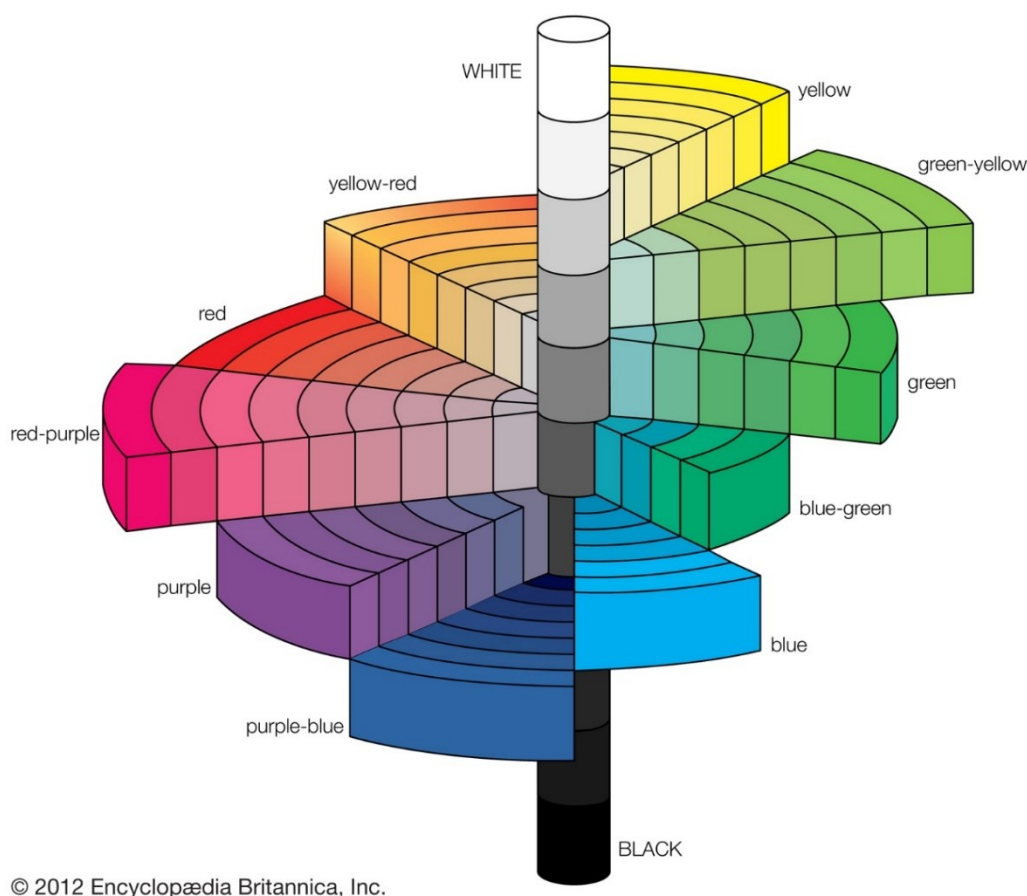
4.1.2 Barva kuřecí játrovky

Barva paštik je ovlivněna zejména technologickým zpracováním produktu, kdy dochází k degradaci přirozených barviv v potravině a skladbou použitých surovin. Například tepelným opracováním produktu s přidavkem dusitanů vznikají produkty neenzymového hnědnutí. Naopak nízkým (nebo žádným) přidavkem dusitanů nebo jejich nedostatečným rozmícháním v díle může výrobek získat nevzhlednou šedou barvu [38,45].

Abychom mohli subjektivně nebo objektivně vyhodnocovat barevnost předmětů je za potřebí k tomu definovat tři elementy, a to je zdroj světla, pozorovaný objekt a pozorovatele. Každý předmět má schopnost pohltit určitou část barevného spektra o určité vlnové délce, naopak zase záření jiné vlnové délky se od něj odrazí. Toto odražené záření má pak na svědomí barevný vjem, protože záření dopadá na oko, kde následně složitými biochemickými pochody dojde ke zpracování vlnové délky záření na samotnou barvu. Vnímání barvy ovlivňují i další podmínky, jako je okolní světlo (při nedostatku okolního světla se barevné vidění přesouvá směrem k černobílému), úhel dopadajícího světla, ostrost vidění pozorovatele či schopnost čočky přizpůsobit se okolním světelným podmínkám [46, 47].

Munsellův systém

Nejstarší model, kterým byla identifikována barva vzorku v trojrozměrném prostoru, vydaný v roce 1905 ještě před ustanovením CIE. Barva je zde popsána odstínem (H), hodnotou (V) a čistotou barvy (C). Model definuje 5 základních barev: červená (R), žlutá (Y), zelená (G), modrá (B) a fialová (P), jež jsou uspořádány do kruhu a proloženy jejich kombinacemi. Sytost barvy se zvyšuje směrem od středu k okraji. Na svislé ose se mění hodnot jasu [47].



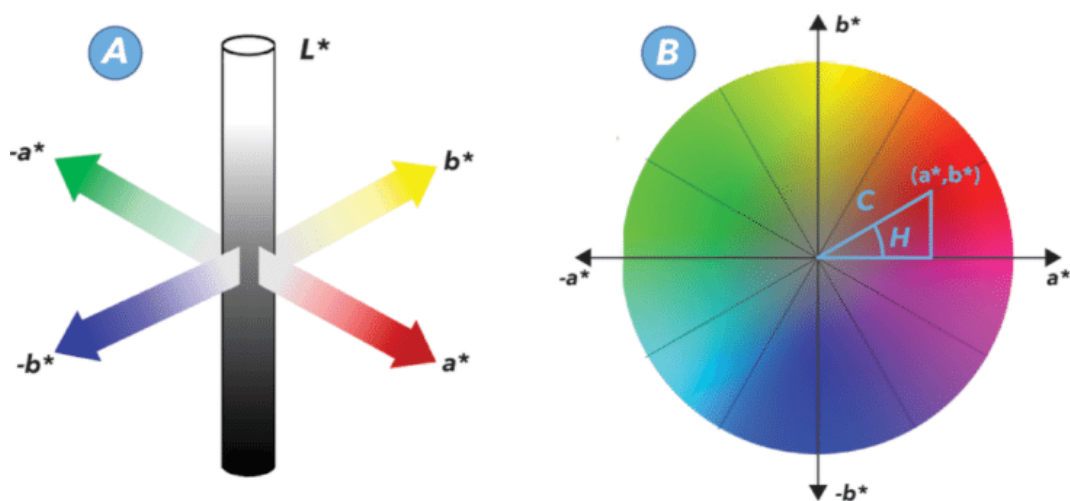
Obr.5. Munsellův systém [48]

CIEXYZ systém

Tento systém místo základních barev používá prostor X, Y, Z. Jas je vyjádřen hodnotou Y transmittance a zahrnuje vstupní světelný stimul. Každá barva je pomocí hodnoty Y a chromatických souřadnic x, y lokalizována v barevném prostoru [47].

Systém CIELAB

Nejpoužívanější model, který funguje již od roku 1976. Barva je zde definována jako bod v trojrozměrném prostoru ve vztahu k souřadnicím L^* , a^* a b^* . L^* značí světlost barvy a nabývá hodnot na škále od 0 (černá barva) do 100 (bílá barva) a na diagramu je znázorněn svislou osou. Na horizontálních osách jsou parametry a^* a b^* , které umožňují určit odstín a sytost barvy. Parametr a^* udává škálu barev od zelené ($-a^*$) po červenou ($+a^*$), kdežto na ose s parametrem b^* leží barvy od modré ($-b^*$) po žlutou ($+b^*$) [46,47].



Obr. 6. Trojrozměrný barevný prostor CIELAB, kde osa L^* představuje světlost barvy; B: Dvojměrná rovina CIELAB $a^* b^*$, kde C představuje sytost a H představuje odstín [49]

4.2 Mikrobiologický obraz kuřecího masa a kuřecí játrovky

Maso a ostatní produkty živočišného původu jsou na základě svého chemického složení, fyzikálních vlastností a vysokého obsahu vody (a_w 0,98 – 0,99) ideální živnou půdou pro mikroorganismy. Většina mikroorganismů kontaminujících maso a masné výrobky roste v širokém rozmezí teplot od 0 do 65°C, avšak optimální růst každého druhu mikroorganismů je v daleko užším rozmezí:

- a) psychofilní – teplotní optimum je v rozmezí -2 až +20°C
- b) mezofilní – teplotní optimum je v rozmezí +20 až +40°C
- c) termofilní – teplotní optimum je v rozmezí +40 až +60°C [50].

Jedním z nejdůležitějších úkolů masného průmyslu je tedy zabránit nežádoucímu znehodnocování masa a masných výrobků mikrobiální činností. Především v první řadě zajistit to, aby maso a masné produkty dodávané výrobcem do tržní sítě byly pro spotřebitele zdravotně nezávadné [50].

Čerstvé kuřecí maso obsahuje velmi málo mikroorganismů. Mikroflóra se pak dále vyvíjí v průběhu jatečného procesu, zpracování, uchovávání a její rozvoj závisí na podmínkách skladování a vnitřních biochemických vlastnostech masa. Mikrobiální stav masa odráží také podmínky chovu, zdravotní stav zvířete, způsob ustájení, krmení a také transport a manipulace před porážkou [51].

4.2.1 Indikátorové mikroorganismy v potravinářství

Jako indikátorové mikroorganismy jsou označovány takové mikroorganismy, díky jejichž stanovení je umožněno zjistit to, zda je potravinářský výrobek nebo suroviny z hlediska nebezpečných patogenních, nebo toxinogenních mikroorganismů bezpečný [52].

Celkový počet mikroorganismů

Pojem celkový počet mikroorganismů (stanovený v 1 ml nebo v 1 g vzorku zředovací kultivační metodou) označuje počet kolonií označovaných zkratkou KTJ (kolonie tvořící jednotky, CFU-colony forming units), které vyrostly z očkovaného množství na nebo v předepsané živné půdě při předepsané kultivační teplotě s předepsanou hodnotou pH, za předepsaný kultivační čas násobený hodnotou ředění vzorků [53].

CPM jsou aerobní a fakultativně anaerobní mikroorganismy (bakterie, kvasinky a plísňe) tvořící počítatelné kolonie. Tato skupina se nejvíce přibližuje absolutnímu celkovému počtu a nejlépe vystihuje stupeň mikrobiálního znečištění daného substrátu. Rozborem se nestanoví termofilní, psychrotrofní mikroorganismy, striktní anaeroby, kultivačně náročné druhy a některé kvasinky a plísňe [53].

Celkový počet mikroorganismů (CPM) stanovený mikroskopickou metodou informuje o počtu a morfologických vlastnostech mikrobiálních buněk a jejich shluků barvitelné použitou metodou. Touto metodou se obvykle stanoví větší počet jednotek, neboť schopnost zabarvení určitým barvivem (nejčastěji metylenová modř) je konkrétnější vlastnost

bakteriálních buněk, než růst v určitém médiu. Za jednotku se při tom počítají izolované buňky a jejich náhodné a morfologicky podmíněné shluky (tyčinky, streptokoky, koky, stafylokoky), ze kterých by při stanovení kultivační metodou mohla vyrůst kolonie [53].

Pomocí stanovení CPM se zjišťuje, zda při výrobě určitého výrobku, byla jeho mikrobiologické čistotě věnována dostatečná pozornost. Vyšší CPM než dovolují příslušné domácí nebo zahraniční předpisy (normy, limity, standardy, mikrobiologické požadavky) upozorňuje, že produkt byl vyrobený ze surovin s vysokým obsahem bakterií, nebo za pomoci nedostatečně čištěného a dekontaminovaného náradí a zařízení (primární kontaminace). Stejně tak může upozornit na nežádoucí množení bakterií ve výrobku v důsledku nedostatečného chlazení, nebo nepřiměřeného času skladování (sekundární kontaminace) [53].

Koliformní bakterie

Koliformní bakterie jsou gramnegativní, fakultativně anaerobní, nebo aerobní bakterie, laktáza pozitivní, oxidáza negativní bakterie, které se na a v použitých živných půdách chovají podobně jako druh *Escherichia coli* a jeho biotypy. Dále *Enterobacter cloacae* a *Enterobacter aerogenes*, členové rodů *Citrobacter* a *Klebsiella*. Kromě těchto druhů můžou na specifických půdách v menším množství růst i druhy rodů *Aeromonas* a *Pseudomonas*. Předběžnou rozdílnost lze často určit podle typické morfologie a barvy kolonie na primárních izolačních plotnách (Endo agar, Deoxylát citrátový agar, krevní agar a další [52, 53].

Základními vlastnostmi koliformních bakterií z hlediska jejich zjištění a stanovení na polotuhých médiích je fermentace laktózy za tvorby kyselin a přechodných metabolitů a v tekutých médiích tvorba plynů a kyselin. Pro fermentaci laktózy jsou vlastnosti koliformních bakterií jako indikátorových v potravinářské mikrobiologii široce využívané. Pro dobrý růst i v různých druzích potravin a pro jejich přítomnost na znečištěných plochách předmětů denního používání, mají indikátorovou funkci v celé potravinářské mikrobiologii [53].

Pro svoji termolabilnost jsou tyto bakterie v potravinách indikátorem spolehlivosti pasterace a terminace. Pro dobrý růst jsou indikátorem i sekundární kontaminace potravin. Obsah koliformních bakterií v potravinách se hodnotí jako indikátor správnosti zachování

technologických postupů jejich získávání, opracování a zpracování, případně jejich chlazení a správnosti čištění a dekontaminace technologického nářadí a zařízení [53].

Koliformní bakterie jsou bakterie, které při určité teplotě (30°C, 35°C, 37°C) tvoří charakteristické kolonie v půdě. Stanovují se na selektivních půdách, na nichž je rozmnožování gram pozitivních bakterií úplně inhibováno určitým bakteriostatickým barvivem, nebo aniontovou povrchně aktivní látkou (laurylsulfátem, solemi žlučových kyselin a dalšími látkami) a zkvašování přítomné laktózy se projeví změnou barvy přítomného pH indikátoru. Příkladem půd pro stanovení koliformních bakterií je VRBA, Mac Conkeyho agar, Endův agar [52].

4.2.2 Patogenní a podmíněně patogenní mikroorganismy nejčastěji se vyskytující u kuřecího masa

Čeled' Enterobacteriaceae

Čeled' *Enterobacteriaceae* má velký význam z hygienického hlediska, a proto je této čeledi v potravinářství věnována mimořádná pozornost. Tyto mikroby žijí ve střevech obratlovců, odkud se dostávají do okolního prostředí. Na základě rozdílných biochemických vlastností, druhu hostitele a v některých případech také antigenní struktury se dělí na jednotlivé rody, druhy a sérovary. Mezi obligátně patogenní rody a druhy čeledi *Enterobacteriaceae* patří: *Yersinia enterocolitica*, *Salmonella*, *Shigella*. Podmíněně patogenní jsou někteří zástupci rodů: *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Edwardsiella*, *Serratia* a *Yersinia*. Jakožto původci alimentárních onemocnění jsou zmiňovány zejména některé druhy a sérovary salmonel, kmeny *Yersinia enterocolitica* a enteropatogenní *Escherichia coli* [54].

Rod Escherichia

Kmeny *Escherichia coli* a příbuzné gramnegativní bakterie, tzv. koliformní tyčinky jsou nejčetnější bakterie aerobní saprofytické střevní flóry člověka i zvířat. Přítomnost těchto bakterií ve vodách nebo potravinách je indikátorem fekálního znečištění [54].

Escherichia coli je široce rozšířeným střevním patogenem savců a ptáků, a ačkoliv je spojována zejména s fekální kontaminací, nevyskytuje se samostatně mimo živočišné tělo. Nepatogenní kmeny *Escherichia coli* pocházejí z trávicího traktu teplokrevných živočichů.

Avšak některé kmeny jsou patogenní pro člověka a způsobují enteropatie a septikémie. Jako původce alimentárních onemocnění je tento druh členěn podle mechanismu vzniku onemocnění do čtyř hlavních typů: enteropatogenní *E. coli* (EPEC), enterotoxigenní *E. coli* (ETEC), enteroinvazivní *E. coli* (EIEC) a enterohemorragické *E. coli* (EHEC). Za nejzávažnější jsou považovány enterohemorragické *E. coli* serotypu O157:H7 [55].

Rod Salmonella

Přestože salmonely patří mezi mezofilní patogeny, jsou velmi adaptabilní na podmínky zevního prostředí, kde dokážou přežít v širokém rozmezí teplot. Optimální teplota růstu salmonel se pohybuje kolem 38°C. Teploty nad 60°C salmonely již výrazně inhibují a poškozují, teploty nad 70–75°C je spolehlivě usmrtí. Chlazení významně zpomaluje činnost a množení bakterií tím, že prodlužuje jejich generační cyklus. Chladírenské ani mrazírenské teploty však salmonely spolehlivě neničí. Onemocnění způsobené salmonelami jsou obecně označovány jako salmonelózy. Endotoxin, lipopolysacharid způsobující onemocnění je součástí vnější membrány buněčné stěny těchto bakterií. Průvodními znaky onemocnění je zvracení, bolesti břicha, průjem, horečka a silná dehydratace organismu. Těžším průběhem onemocnění a vážnějšími důsledky jsou postiženi kojenci, malé děti a staré osoby se sníženou imunitou způsobenou jinou infekcí či chronickou nemocí. Nejrozšířenějším sérotypem v České republice je *Salmonella enteritidis*. Vyšší četnost výskytu vykazuje také *Salmonella typhimurium*. Člověk se infikuje salmonelami téměř výlučně orální cestou a to potravinami, které se nezpracovávají za vyšší teploty. Nejčastějším zdrojem alimentárních intoxikací jsou syrové maso (zejména maso drůbeže) nebo produkty přirozeně infikovaných domácích zvířat (vejce, mléko) [54].

Rod Yersinia

V potravinářství má význam zejména druh *Yersinia enterocolitica*. Mikrob má velmi složitou antigenní strukturu. Má 34 různých O-antigenů a 18 H-antigenů, takže existuje velké množství sérotypů. Optimální teplota růstu je v rozmezí 29–33°C, ale jsou schopny růstu i při teplotě 4°C a většina kmenů roste i při teplotách kolem 1°C. V potravinách se *Yersinia enterocolitica* může vyskytovat v mléce a mléčných výrobcích, omezeně v různých druzích masa, rybách, ovoci a zelenině. Negativní význam pro potravinářství má zejména psychrofilnost, díky níž je schopna růstu i u potravin uskladněných v chladu. Infekce se projevuje jako gastroenteritida hlavně u dětí do sedmi let [55].

Rod Campylobacter

Bakterie rodu *Campylobacter* jsou typickými zástupci čeledi *Campylobacteraceae*. Jsou velmi citlivé ke kyslíku a k superoxidům, kyslík však k růstu potřebují. Při kultivaci je nutno zajistit mikroaerofilní podmínky. Nejlépe rostou při 42 až 43°C. Kamylobakteriózy dříve spojované s onemocněním zvířat se staly v posledním desetiletí přibližně stejně častými původci onemocnění člověka jako salmonely. V současnosti je popsáno 14 druhů, ale patogenní pro člověka je jen *Campylobacter jejuni* (90 % případů intoxikace) a *Campylobacter coli*. Typickým zdrojem jsou živočišné potraviny (drůbež, mléko, vepřové maso) a špatně tepelně opracované nebo sekundárně kontaminované výrobky [55].

Rod Listeria

V potravinářství má význam zejména druh *Listeria monocytogenes*. Optimální teplota růstu je 35–37°C, ale mohou růst v širokém rozmezí teplot (1 až 45°C). Ve skutečnosti řada kmenů roste velmi dobře právě kolem teploty 1°C, což je nebezpečné při kontaminaci chlazených potravin. Na druhé straně byly publikovány práce, které poukazují na schopnost některých kmenů listerií přežít 15s záhřev při 72°C [54].

Listeria monocytogenes je saprofyt a epifyt sliznic střevního ústrojí člověka a zvířat. Jako onemocnění lidí se listerióza vyskytuje zejména u osob se sníženou imunitou včetně těhotných žen a vykazuje relativně vysokou mortalitu. Patogenní jsou jen některé serotypy. V nízkých množstvích je nalézána u masných a mléčných výrobků s nižším stupněm tepelného opracování, pro vznik rizika je podstatná vlastnost listerií množit se při chladících teplotách [55].

Rod Clostridium

Clostridium perfringens je široce rozšířená a patří pravděpodobně mezi nejrozšířenější patogenní bakterie. Vyskytuje se v půdě, v přírodních vodních zdrojích a v trávicím traktu zvířat a lidí. Z potravin se nejčastěji vyskytuje v syrovém mase a to zejména v mase drůbeže. Ačkoliv patří mezi obligátní anaeroby, roste i v přítomnosti malého množství kyslíku. Optimální teplota růstu je 37°C až 45°C. Druh *Clostridium perfringens* je běžně přítomen při některých typech alimentárních intoxikací, jelikož má obzvláště termorezistentní spory, jež odolávají několikahodinovému varu. Alimentární intoxikace pak probíhá tím způsobem, že tyto termorezistentní spory, které se vyskytují i u zvířat, kontaminují maso. Při vaření

velkého kusu masa teplo proniká pomalu a pak maso také pomalu chladne. Spory přežívají a během chladnutí v anaerobním prostředí masa vyklíčí a klostridia se pomnoží. Požití takového masa je pak ekvivalentní požití bujonové kultury klostridií. Mikrobi jsou chráněni před kyselou reakcí žaludku bílkovinami v potravě, takže snadno projdou do střeva, kde vysporulují [54].

Rod Staphylococcus

Hlavní patogen v tomto rodu, *Staphylococcus aureus*, je původcem řady důležitých i méně významných infekcí lidí a zvířat. Bakterie má fakultativně anaerobní metabolismus, ale lépe roste v přítomnosti kyslíku. Optimální teplota růstu se pohybuje kolem 37°C. Je schopen růst při teplotách 8°C. Patří mezi halofilní mikroorganismy, roste při vyšších koncentracích solí (vodní aktivita $a_w = 0,86$). Produkuje enzym koagulasu, který je zodpovědný za srážení krevní plasmy. Intoxikace lidí je způsobená přítomností toxinů [54].

4.2.3 Možný výskyt patogenních mikroorganismů u sterilovaných kuřecích

játrovek

Během sterilačního režimu nejde o to, dosáhnout absolutní sterility produktu, ale sterility obchodní. Trvanlivost u sterilovaných paštik je značně vyšší (obvykle 4 roky) i bez použití dalších konzervačních metod. U komerčně sterilních výrobků solených solící směsí se uplatňuje jako další překážka proti mikroorganismům (*C. botulinum*) kromě teploty také dusitan. Sterilační režim je pak obvykle nastaven na termorezistenci indikátorových mikroorganismů; pro masné výrobky se obvykle bere v úvahu *Clostridium botulinum* a *Clostridium sporogenes* [56, 57].

Nežádoucí změny díky růstu mikroorganismů mohou nastat, pokud není konzervovaná paštika po naplnění dostatečně rychle uzavřena. Tepelné zpracování paštik musí být provedeno nejpozději do 20 minut po uzavření obalu. Pokud není tepelné opracování dostatečné, mikroorganismy mohou způsobit vydutí (bombáž), okyselení, nebo změny v chuti a vůni paštik. Když ochlazování po sterilaci není prováděno dostatečně rychle, může docházet k růstu termofilních druhů mikroorganismů [58].

Rekontaminace masových konzerv po tepelném opracování je jeden z nejrozšířenějších problémů a může způsobit bombáž konzerv. Konzervy mohou být kontaminovány mikroorganismy vstupujícími dovnitř přes trhlinky (z defektu obalu nebo díky vnější korozi

v případě kovových obalů), vadné švy (z nesprávné výroby nebo uzavření konzervy), nebo pomocí tmelu či lepidla, který utěsňuje víčka k tělu konzervy [58].

Největší nebezpečí pak pro konzervy představuje bakterie *Clostridium botulinum*, která je izolována z půdy a vody prakticky z celého světa a při růstu tvoří smrtelný toxin. Je to patogen s velkou tepelnou rezistencí (vzhledem k produkci termorezistentních spor) a v konzervách je anaerobní prostředí, které mu vyhovuje. Ve výrobcích s nízkým pH (pod 4,6), jako jsou dostatečně okyselené masné výrobky, spory *C. botulinum* nemohou vyklíčit. Většina masových konzerv má však pH nad 6,5. Je tedy třeba důsledně dodržovat teplotní proces zahřátí na 121 °C s výdrží minimálně 3 minuty, což podstatně zredukuje *C. botulinum*. Složení masných výrobků také ovlivňuje účinnost tepelného ošetření – bílkoviny a tuk jsou špatné vodiče tepla. Tepelná rezistence spor se zvyšuje s rostoucí a_w a klesá s extrémním pH [56, 57, 58].

Pokud jsou konzervy tepelně opracované sterilačním režimem pro *Clostridium botulinum* a ne pro *Clostridium sporogenes*, které přežívá vyšší teploty, mohou termorezistentní spory *C. sporogenes* přežít. Při skladování konzerv za vysokých teplot mohou spory vyklíčit a tato proteolytická a plynotvorná bakterie může způsobit deformaci plechovky a bombáže [57].

Mezi mikroorganismy způsobujícími kažení masových konzerv patří také *Clostridium thermosaccharolyticum*, jehož spory mohou přežít i při velmi vysokých teplotách; z psychrofilních *Pseudomonas spp.* a *Achromobacter spp.*, z mezofilních *E. coli* a *Bacillus subtilis*; dále fakultativní termofil *Streptococcus thermophilus* a *Clostridium perfringens* a striktně termofilní *Bacillus stearothermophilus* [58].

Za kažení konzerv mohou být odpovědné také plísně, a to nejčastěji *Aspergillus spp.* a *Penicillium spp.* v případě rekontaminace konzervy způsobené poškozením obalu během transportu či skladování výrobku [58].

4.2.4 Mikrobiologické limity pro sterilované kuřecí játrovky

Sterilované kuřecí játrovky jsou dle legislativy označovány jako tepelně opracované masné výrobky, hermeticky uzavřené → konzervy. Pro tento druh výrobků tedy platí, že musí splňovat podmínky obchodní sterility. Obchodní sterilitou podle ČSN 56 9609 rozumí nepřítomnost životaschopných mikroorganismů, které by se mohly za podmínek oběhu množit a nepřítomnost mikroorganismů vyvolávajících onemocnění z potravin [34].

Zkoušení tepelně opracovaných hermeticky uzavřených potravin

Plány vzorkování pro takové výrobky se neuvádějí, neboť rizikovost těchto výrobků z hlediska možné přítomnosti *Clostridium botulinum* a/nebo botulotoxinů nelze postihnout žádným reálně aplikovatelným plánem vzorkování. Jejich bezpečnost musí být zajištěna zejména dodržáním stanovených technologických postupů a uplatněním systému kritických kontrolních bodů [34].

Plán vzorkování je pro tyto výrobky nahrazen požadavkem obchodní sterility. Nepřítomnost životaschopných mikroorganismů, které by se mohly za podmínek oběhu množit, znamená, že při termostátové zkoušce v uzavřených obalech nedojde po 7 až 10denní inkubaci při 35°C až 37°C k většímu zvýšení počtu mikroorganismů než na 10^2 . Zkoušení obchodní sterility se provádí před uvedením výrobků do oběhu, popřípadě v indikovaných případech [34].

5 MOŽNOSTI NÁHRADY CHLORIDU SODNÉHO A JEHO DŮLEŽITOST VE STERILOVANÝCH PAŠTIKÁCH A OSTATNÍCH MASNÝCH VÝROBCÍCH

V centru pozornosti odborné, ale i laické společnosti stojí z hlediska příjmu soli také masné výrobky. Reformulace této kategorie potravin směřuje na snížení podílu soli. V literatuře existuje řada prací, v nichž autoři prací popisují své výsledky náhrady jedlé soli, tj. NaCl jinými solemi, nejčastěji s obsahem draslíku, hořčíku nebo vápníku [59, 60, 61].

5.1 Důležitost NaCl a rizika spojená se snížením množství NaCl v masných výrobcích

Pro zpracovatele masa může představovat úkol snížit hladinu soli v jejich produktech velkou výzvu, protože kromě vlivu na chuť hraje sůl v potravinách také funkční roli z hlediska textury (v koncentraci nad 1,2 % aktivuje bílkoviny masa) a údržnosti [62, 4].

Dílo pro masné výrobky vyžaduje určitou koncentraci NaCl v receptuře, neboť jedlá sůl podporuje rozpuštění myofibrilárních bílkovin, a tím určuje vaznost masného díla a stabilitu tukové složky [59].

NaCl vykazuje také konzervační efekt, a tím ovlivňuje růst bakterií, existuje tedy otázka, zda omezení hladiny sodíku nemůže mít negativní dopad na bezpečnost reformulovaných potravin a jejich údržnost [63].

Z hlediska náhrady jedlé soli chloridem draselným by tato změna neměla mít žádný dopad na přítomnou mikroflóru. Bylo zjištěno při testování kmenů *Aeromonas hydrophila*, *Enterobacter sakazakii*, *Shigella flexneri*, *Yersinia enterocolitica* a *Staphylococcus aureus*, že má chlorid draselný ekvivalentní antimikrobiální efekt jako NaCl [9, 64].

Z pohledu bezpečnosti potravin nejde jednoznačně říct, že při snížení podílu soli v masných výrobcích je automaticky v daném produktu vyšší riziko přežívání a růstu původců alimentárních onemocnění. A naopak čím více soli, tím menší riziko přítomnosti bakterií. Je pravda, že schopnost přežít a množit se v podmínkách osmotického stresu přispívá k perzistenci patogenů v potravinách [10].

Vystavení bakterií k osmotickému stresu v rámci potravinového řetězce může vést ke křížové ochraně před dalšími nastupujícími zátěžemi, nebo během průchodu trávicím traktem. V případě bakterií *Listeria monocytogenes* to je schopnost růstu v nízkých teplotách, nebo zvýšení odolnosti k solím žlučových kyselin. Ve vědecké literatuře je popsán případ, kdy zahřívání buněk *L. monocytogenes* v prostředí s koncentrací 9% NaCl vedlo k osminásobnému nárůstu termorezistence ve srovnání s médiem bez přídavku soli [10].

V případě původců alimentárních onemocnění (salmonely, *L. monocytogenes*) jsou známé případy jejich přežívání v potravinách s nižší hodnotou vodní aktivity (<0,95). Z toho je zřejmé, že snížení přídavku jedlé soli v masných výrobcích na technologické i sensorické limity okolo 1,7 % neovlivní otázku přežívání nebo množení zmíněných etiologických agens. Jinými slovy tyto bakterie budou stejně dobře přežívat a množit se v koncentraci soli 2,0-2,5 %, neboť mají vyvinuty adaptační mechanismy k přežití osmotického stresu [65].

5.2 Možnosti náhrady NaCl v masných výrobcích

V Irsku byly testovány párky vyrobené z vepřového a hovězího masa s podílem soli 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; a 3,0 %. Dílo bylo plněné do celulóзовých střívek. Nejlépe byly hodnotiteli přijaty vzorky s obsahem soli 2,5 %. Párky s podílem 1,5 % a méně byly posuzovateli hodnoceny negativněji. V tomto případě, nelze tedy z tržního hlediska úspěšně připravit výrobky se sníženým obsahem soli. Jako přijatelnější alternativa se tedy nabízí použití náhrad soli za současného snížení množství jedlé soli [62].

Jako částečná případně úplná náhrada jedlé soli se používá nejčastěji směs chloridů-sodného, draselného, hořečnatého a vápenatého [66].

Byl proveden test částečné náhrady NaCl (50 nebo 75 %) směsí výše uvedených chloridů v salámu mortadela. Bylo připraveno celkem 7 dávek tohoto salámu (V1: 2 % NaCl jako kontrola, dále V2: 1 % NaCl, 0,5 % KCl a 0,5 % CaCl₂; V3: 1 % NaCl, 0,5 % KCl, 0,5 % MgCl₂; V4: 0,5 % NaCl, 1 % KCl a 0,5 % CaCl₂; V5: 0,5 % NaCl, 1 % KCl a 0,5 % MgCl₂; V6: 1 % NaCl a 1 % KCl; V7: 1% NaCl). Nejslabší stabilita emulze byla zjištěna u dávek V4 a V2, tj. u salámů s obsahem CaCl₂. Vápenaté ionty totiž snižují rozpustnost myofibrilárních bílkovin. Vzorky mortadel s podílem chloridu vápenatého vykazovaly také nejnižší hodnoty pH. Nejstabilnější dávky z hlediska vzniklých emulzí byly vzorky V1 a V6. Tedy dávky s přídatkem pouze monokovalentních kationtů (sodík a draslík). Vzorky s podílem MgCl₂ se ve stabilitě emulze nelišily od dávky V7, připravené pouze s 1 % NaCl. Vzhled výrobků, jejich aroma i textura vykazaly při smyslovém hodnocení jen statisticky nevýznamné rozdíly v porovnání s kontrolní dávkou. V chuti však rozdíly zaznamenány byly, nejvíc hodnotitelé odmítali vzorek V5 (0,5 % NaCl, 1 % KCl, 0,5 % MgCl₂), následovaly vzorky V3, V4 a V6. Tyto vzorky se lišily v chuti. Oproti tomu se vzorky V2 a V7 v chuti od kontrolního vzorku nelišily [59, 66].

Je tedy zajímavé, že v této studii nezjistili hodnotitelé výrazné rozdíly v chuti. To znamená, že vnímání chuti u masných výrobků je vnímáno i jinými faktory, než podílem chloridu sodného.

Na základě studií, které provedli různí autoři v různých zemích na různých masných výrobcích nebo polotovarech lze prohlásit, že obsah jedlé soli, resp. sodíku může být snížen, zpravidla až do podílu 30-40% náhradou chloridem draselným, případně kombinací chloridů (KCl, CaCl₂, MgCl₂). Je ale nutné věnovat pozornost také variabilitě obsahu jedlé soli u stejných výrobků napříč výrobcí [65].

5.3 Možnosti náhrady NaCl v játrových paštikách

Byly také provedeny studie, jejichž cílem bylo vyrobit játrovou paštiku se sníženým obsahem soli, která by měla přijatelné sensorické a texturní vlastnosti. Obsah sodíku v paštikách byl snížen buďto odstraněním fosfátové směsi, snížením přídatku mořské soli, anebo snížením dusitanové směsi, kdy výsledný celkový obsah soli byl stanoven na 1,4 %. Paštiky s fosfáty jsou méně slané, vylučují méně tuku a vody a jsou pevnější než ty bez fosfátu, ale příliš pevná struktura paštiky není žádoucí. V paštikách lze sůl snížit na 1,2 % (celkový obsah soli), nebo 1,0 % (mořské soli), kdy se následně obsah sodíku sníží o 11 % 27 %, v závislosti na typu soli a přidání fosfátové směsi. Paštiky s obsahem 1,5 % a s 1,3 % soli a fosfátů se nejvíce shodují (ověřeno lineární diskriminační analýzou) s kontrolní skupinou s nejlepší celkovou přijatelností (1,4 % celkový obsah soli) [67].

Jedna z možností, jak nahradit chlorid sodný v paštikách je přidavek chloridu draselného v množství 20 %, 40 %, 60 % a 80 % za současného snížení chloridu sodného. V této studii byla hodnocena přijatelnost chuti produktů kvantitativně-popisnou stupnicí. Data byla pro každý produkt analyzována analýzou rozptylu a porovnáním průměrů. Výrobky s 20% a 40% nahrazením chloridu sodného za chlorid draselný byly přijatelné, výrobky s 60 % KCl byly v mezích přijatelnosti a výrobky s 80 % KCl byly nepřijatelné [68].

Další studie byla provedena za účelem snížení NaCl v kuřecích paštikách, kdy byla nahrazena jedlá sůl v různých poměrech, a to chloridem draselným a chloridem amonným. Přičemž bylo zjištěno, že paštiky ve kterých bylo množství přidaného chloridu sodného sníženo, anebo částečně substituováno chloridem amonným, významně nezměnily celkovou chuťovou přijatelnost. Je to pravděpodobně z toho důvodu, protože má chlorid sodný index slanosti 1 a chlorid amonný má index slanosti 4. Chuťová přijatelnost těchto dvou skupin paštik se významně nelišila od kontrolní vzorku paštiky ($p < 0,05$). Naproti tomu paštika, ve které byl chlorid sodný částečně substituován chloridem draselným a chloridem amonným, byla chuťově nepřijatelná, což lze vysvětlit charakteristickou hořkou chutí draslíku [69].

PRAKTICKÁ ČÁST

6 CÍL PRÁCE

Cílem tohoto experimentu bylo vyrobit v laboratorních a částečně provozních podmínkách vzorky sterilovaných kuřecích játrových paštik. Přičemž bylo nutné držet se takového technologického postupu a použití vhodných surovin, aby bylo možné případně tyto výrobní postupy později aplikovat v provozu. Jako výchozí vzorek, tedy standard označen VZ1, byla receptura, kde bylo množství NaCl ponecháno na hodnotě běžně dávkovaného množství, a to 2 % hm. V ostatních recepturách kuřecích paštik bylo různě pozměněno množství NaCl za současné náhrady pomocí KCl a MgCl₂ v různém poměru. Celkem bylo vyrobeno během experimentu 10 různých vzorků včetně standardu.

U vyrobených vzorků bylo také cílem měření technologických vlastností a ověření zdravotní nezávadnosti vzorků pomocí mikrobiálního rozboru.

Experiment je doplněn naměřenými hodnotami, grafickými znázorněními a závěrem.

7 METODIKA PRÁCE

7.1 Materiál a metody

kuřecí játra (Raciola Uherský Brod, s.r.o.)

kuřecí stehenní svalovina (Raciola Uherský Brod, s.r.o.)

kuřecí kůže (Raciola Uherský Brod, s.r.o.)

kořenící směs Kalbsleber Streich Wurst (RAPS GmdH Co KG)

kukuřičný škrob (Amylon a.s.)

chlorid sodný (Lach-Ner, s.r.o.)

chlorid draselný (Lach-Ner, s.r.o.)

chlorid hořečnatý (Lach-Ner, s.r.o.)

váha T-Scale NHB 6000 (LESAK s.r.o.)

mlýnek na maso Volts (MAXIMA)

stolní mēlnič (Cutler)

infračervený a vpichovací teploměr TLC 730 (ebro)

Al obaly-víčka a misky-objem 125 g (Constantia Flexibles)

plnicí stroj – svaření Al víčka (WALDNER Dosomat)

diskontinuální autokláv

laboratorní vybavení

7.2 Příprava experimentálních vzorků sterilovaných kuřecích jätrovek

Během tohoto experimentu bylo vyrobeno 10 vzorků sterilovaných kuřecích jätrových paštik. Jako výchozí receptura sloužil standardní vzorek, kde bylo použito 2 % NaCl. V ostatních recepturách bylo upraveno, respektive sníženo množství NaCl za současné náhrady pomocí KCl a MgCl₂ v různých poměrech.

7.2.1 Receptura

300 g kuřecí játra

250 g kuřecí stehenní svalovina-pečená

50 g výpek z pečené kuřecí stehenní svaloviny

250 g kuřecí kůže vařené

150 g vývar z kůží

25 g kukuřičný škrob

5 g kořenící směs Kalbsleber Streich Wurst

20 g soli v různých poměrech (NaCl, KCl, MgCl₂)

7.2.2 Použité kombinace a různé poměry chloridů v experimentu

Tab.2. Rozpis použitého množství chloridů v jednotlivých vzorcích paštik

| Označení vzorku | w (NaCl) ve vzorku | w /KCl) ve vzorku | w (MgCl ₂) ve vzorku |
|-----------------|--------------------|-------------------|----------------------------------|
| VZ1 | 1 | 0 | 0 |
| VZ2 | 0,8 | 0,2 | 0 |
| VZ3 | 0,6 | 0,4 | 0 |
| VZ4 | 0,4 | 0,6 | 0 |
| VZ5 | 0,8 | 0 | 0,2 |
| VZ6 | 0,6 | 0 | 0,4 |
| VZ7 | 0,4 | 0 | 0,6 |
| VZ8 | 0,6 | 0,2 | 0,2 |
| VZ9 | 0,4 | 0,2 | 0,4 |
| VZ10 | 0,4 | 0,4 | 0,2 |

7.3 Postup výroby experimentálních vzorků sterilovaných kuřecích

paštik

Výroba experimentálních vzorků byla provedena z části v laboratoři a z části přímo v provozu. Ve vývojové laboratoři bylo připraveno a naplněno masové dílo do obalu. V provozu pak byly paštiky ihned hermeticky uzavřeny pomocí svařovacích hlav a následně sterilovány v diskontinuálních autoklávech. Tento technologický postup vývoje byl zvolen z důvodu dosažení reálných podmínek a výsledků, kterých by bylo dosaženo při běžné výrobě sterilovaných paštik.

V prvních krocích experimentu výroby játrové paštiky po ověření kvality vstupních surovin byla nejprve provedena příprava surovin, a to vaření kuřecích kůží a pečení kuřecí stehenní svaloviny. Poté následovalo mletí masných surovin, koření a přísad v mletičce Cutler při 8500 otáčkách, přičemž byla průběžně udržována ideální teplota díla v rozmezí $+35^{\circ}\text{C}$ až $+45^{\circ}\text{C}$. Při teplotě nižší než $+35^{\circ}\text{C}$ by pak v případě použití tučných surovin mohlo docházet k tuhnutí a oddělování tuku. Naopak při teplotě nad $+45^{\circ}\text{C}$ by mohlo pak docházet nejen k celkové nestabilitě emulze, ale také k rozvoji nežádoucí mikroflóry.

Následně bylo dílo plněno do hliníkových obalů o objemu 125 g a polotovary ihned přeneseny k plnicímu stroji, kde byly hermeticky uzavřeny pomocí svařovací hlavy.



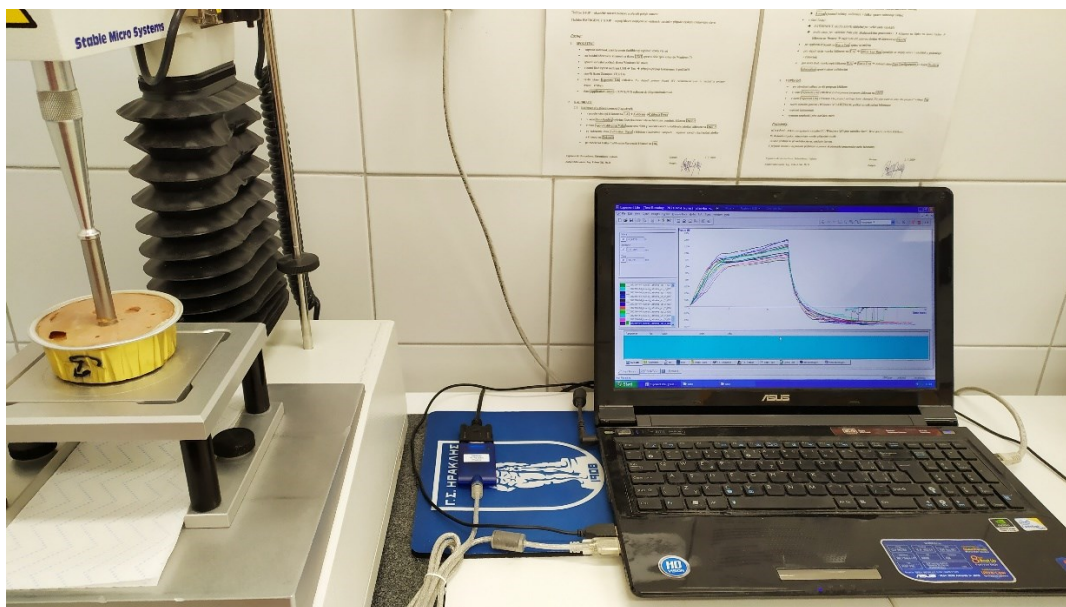
Obr. 7. Plnění kuřecí játrovky do hliníkových obalů [Foto autorka]

Naplněné obaly byly následně tepelně ošetřeny při sterilační teplotě 121°C po dobu 10 minut (v jádře) v diskontinuálním autoklávu. Celý průběh sterilačního režimu byl sledován a zaznamenávám pomocí čidel a sond.

Hotové výrobky byly poté podrobeny provozní mikrobiologické a termostátové zkoušce k ověření obchodní sterility → skladování 10 dnů při teplotě 35–37°C.

7.4 Měření texturních parametrů kuřecí játrovky

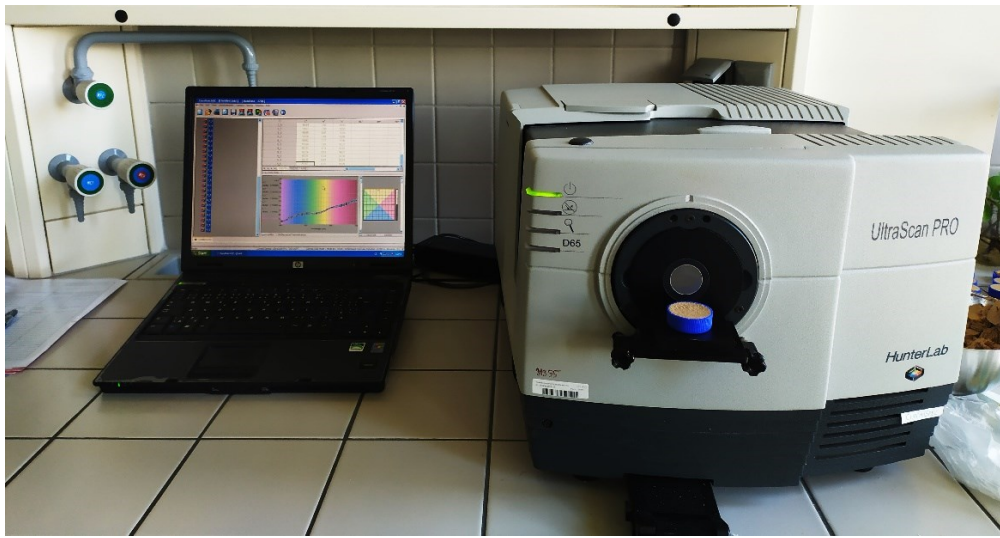
Proměření texturních parametrů experimentálních vzorků bylo provedeno na přístroji TA-XT Plus od firmy Stable Micro systém po 132 a 1094 dnech od výroby. Před použitím přístroje byla nejprve provedena kalibrace závažím o hmotnosti 5 000 g. K měření texturních parametrů experimentálních vzorků byla použita sonda o průměru 10 mm, hloubka penetrace byla nastavena na 20 mm, rychlost penetrace sondy byla zvolena 0,8 mm/s a rychlost návratu 1,0 mm/s. U každého vzorku paštiky proběhlo 6 měření, tedy 6 vpichů sondou. K vyhodnocení naměřených výsledků bylo využito programu Exponent Lite, ver. 4.0.13.0. Kompletní data z každého měření jsou zaznamenána v přílohách práce a vyhodnocena v kapitole Výsledky a diskuze.



Obr. 8. Měření texturních parametrů u vzorku paštiky č. 3 [Foto autorka]

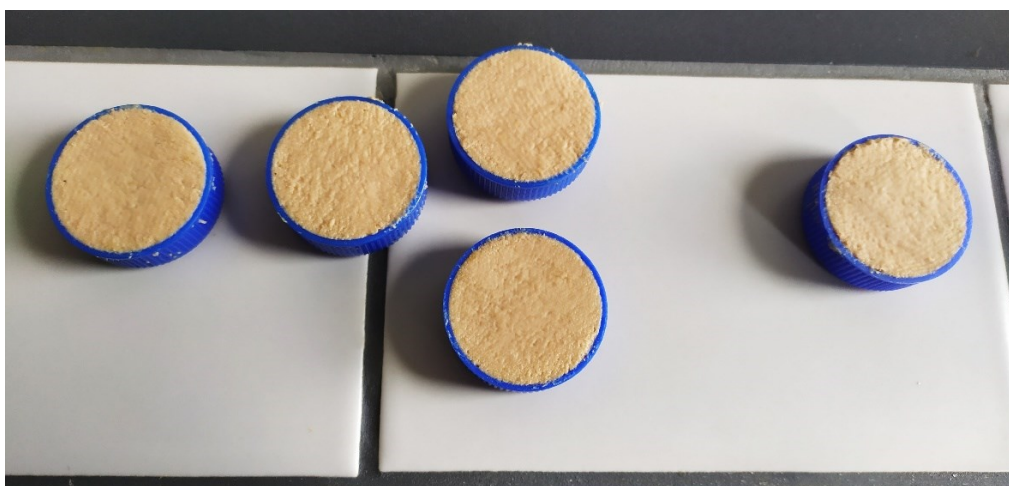
7.5 Měření barvy kuřecí játrovky

Barva experimentálních vzorků byla měřena v trojrozměrném prostoru CIE L*a*b*. Výsledky byly výstupem měření paštik na spektrofotometru UltraScan PRO od firmy HunterLab po 135 a 1102 dnech od výroby, kdy před měřením byla provedena kalibrace na bílé a černé pozadí.



Obr. 9. Měření barvy vzorku kuřecí játrovky [Foto autorka]

U každého vzorku paštiky proběhlo 5 měření, tedy z každého jednotlivého produktu bylo odebráno 5 vzorků na měření barvy.



*Obr. 10. Připravené vzorky pro měření barvy na přístroji
UltraScan PRO [Foto autorka]*

Kompletní data z měření barvy jsou rovněž zaznamenána v přílohách práce a vyhodnocena v kapitole Výsledky a diskuze.

7.6 Mikrobiologický rozbor vzorků kuřecí játrovky

První mikrobiologický rozbor kuřecích játrovek byl proveden po 3 dnech od výroby v potravinářském závodě, kde byl experiment prováděn. Druhý mikrobiologický rozbor, po 1096 dnech od výroby vzorků, byl proveden ve spolupráci s Ústavem inženýrství ochrany životního prostředí, Fakulty technologické.

Pro mikrobiologický rozbor bylo asepticky odebráno 5 g vzorku paštiky, přičemž z každého vzorku paštiky byly odebrány 2 vzorky. Dále bylo přidáno devítinásobné množství sterilního fyziologického roztoku a vzorky následně homogenizovány. Z této základní suspenze byla připravena desetinásobná ředění a nanášena na povrch půd v množství 0,1 ml nebo 0,2 ml metodou roztěru, nebo 1 ml v případě použití metody zalití kultivačním médiem. Každá sledovaná skupina mikroorganismů byla inokulována na dvě plotny. Plotny byly inkubovány za podmínek vhodných pro růst dané skupiny mikroorganismů. Byly stanoveny následující skupiny mikroorganismů: CPM (celkový počet mikroorganismů), enterobakterie, enterokoky, aerobní sporuláty, anaerobní sporuláty, psychrotrofní mikroorganismy, kvasinky a plísně.

Tab. 3. Použité metody při stanovení mikroorganismů

| SKUPINA MIKROORGANISMŮ | ŽIVNÉ PŮDY | PODMÍNKY KULTIVACE | VÝCHOZÍ NORMA |
|---------------------------------|------------------|--------------------------------|-----------------|
| CPM | PCA | 30°C, 72 hod | ČSN ISO 2293 |
| čeleď <i>Enterobacteriaceae</i> | Endo | 37°C, 26 hod | ČSN ISO 21528-2 |
| enterokoky | SB | 44°C, 24 hod | ČSN ISO 7899-2 |
| aerobní sporuláty | PCA, MYP agar | 30°C, 72 hod | ČSN ISO 7932 |
| anaerobní sporuláty | RCA, KA | 37°C, 72 hod | ČSN ISO 7937 |
| psychrotrofní mikroorganismy | PCA, GTK agar | 6,5°C, 10 dnů | ČSN ISO 17410 |
| kvasinky a plísně | YGC | laboratorní teplota, 72 hod | ČSN ISO 13681 |

8 VÝSLEDKY A DISKUZE

V této části práce jsou prezentovány a diskutovány získané výsledky z analýzy texturních parametrů, barvy a mikrobiologických rozborů experimentálních vzorků sterilované kuřecí játrovky.

8.1 Výsledky z měření texturních parametrů vzorků kuřecí játrovky

Měření texturních parametrů bylo provedeno pomocí přístroje TA-XT Plus od firmy Stable Micro system. První měření experimentálních vzorků proběhlo v červenci 2018, druhé měření v dubnu 2021. U každého vzorku kuřecí játrovky bylo provedeno 6 vpichů, tedy 6 měření. Z každého měření byl vypočítán průměr a směrodatná odchylka. V rámci této analýzy byla stanovena tvrdost, pružnost a síla gelu (adheze). Tyto texturní vlastnosti jsou shrnuty a porovnány v tabulkách a grafech. Kompletní přehled naměřených hodnot texturních parametrů je uveden v Příloze č. 1 až 6.

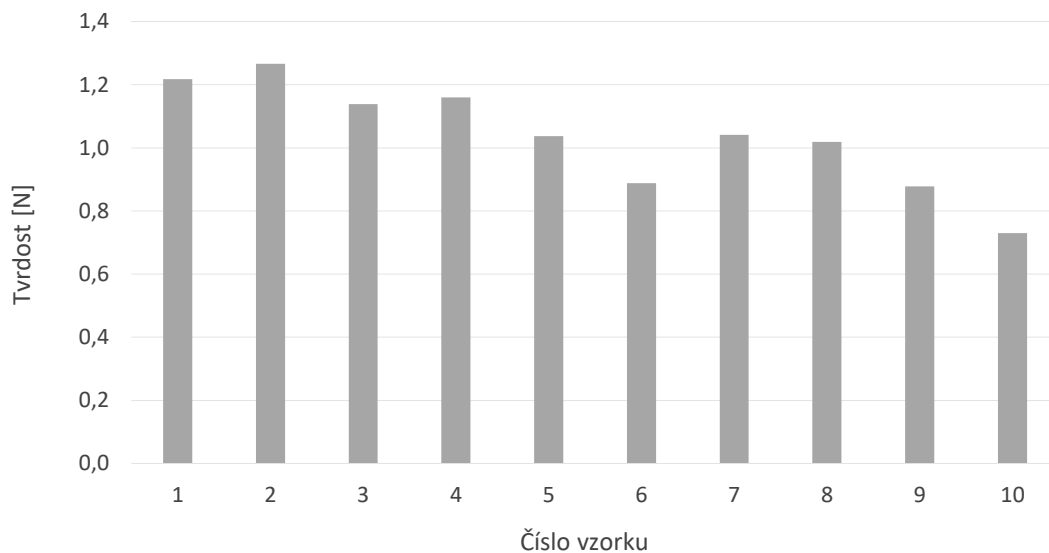
8.1.1 Tvrdost

Tab. 4. Naměřené hodnoty tvrdosti u vzorků v [N] v roce 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| průměrná tvrdost | 1,218 | 1,266 | 1,139 | 1,160 | 1,037 | 0,888 | 1,041 | 1,018 | 0,878 | 0,730 |
| směrodatná odchylka | 0,054 | 0,054 | 0,043 | 0,108 | 0,060 | 0,050 | 0,105 | 0,051 | 0,028 | 0,032 |

Jak ukazují data naměřená po 132 dnech od data výroby kuřecích paštik, oproti standardu (VZ1) vykazuje větší tvrdost pouze vzorek kuřecí paštiky s poměrem NaCl 80 % a 20 % KCl (VZ2). Naopak nejnižší tvrdost byla naměřena u vzorku 10 (VZ10) s poměrem chloridových solí NaCl 40 %, KCl 40 % a MgCl₂ 20 %.

Graf č. 1: Graf závislosti tvrdosti na složení solící směsi, hodnoty naměřené v roce 2018

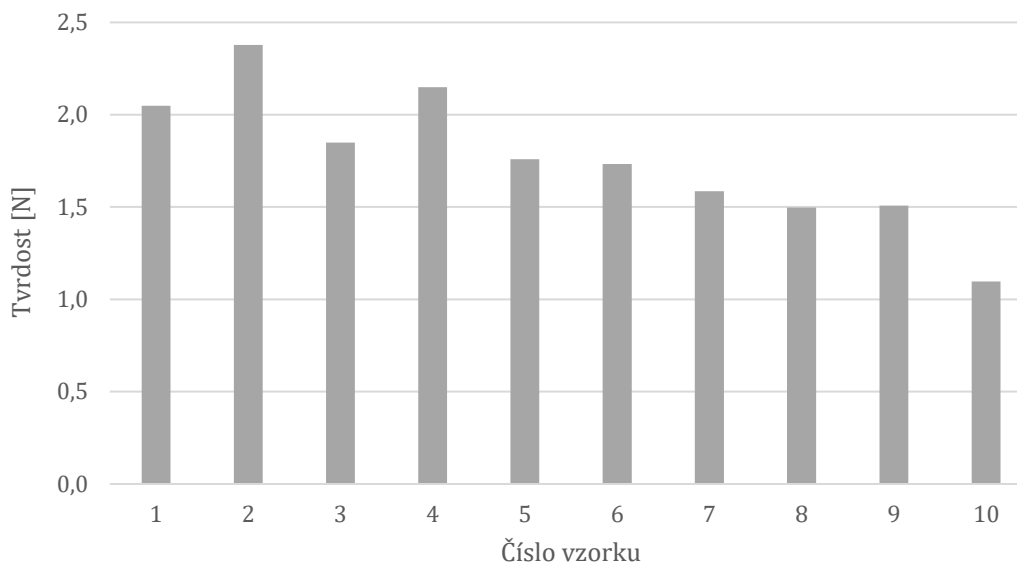


Tab. 5. Naměřené hodnoty tvrdosti u vzorků v [N] v roce 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| průměrná tvrdost | 2,049 | 2,378 | 1,850 | 2,149 | 1,759 | 1,733 | 1,585 | 1,498 | 1,507 | 1,097 |
| směrodatná odchylka | 0,124 | 0,131 | 0,036 | 0,030 | 0,050 | 0,073 | 0,125 | 0,074 | 0,067 | 0,051 |

U hodnot naměřených po 1094 dnech od výroby experimentálních vzorků je zjevná souvislost mezi tvrdostí a dobou skladování. Data ukazují, že po 3 letech skladování při $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ došlo u sterilovaných paštik ke zvýšení tvrdosti u všech vzorků. Přičemž opět větší tvrdost, než standard vykazuje pouze vzorek kuřecí paštiky s poměrem NaCl 80 % a 20 % KCl (VZ2). Nejnižší tvrdost byla naměřena opět u vzorku 10 (VZ10) s poměrem chloridových solí NaCl 40 %, KCl 40 % a MgCl_2 20 %.

Graf č. 2: Graf závislosti tvrdosti na složení solící směsi, hodnoty naměřené v roce 2021



V obou případech měření, tedy po 132 a 1094 dnech od data výroby experimentálních vzorků, vzorky 2 a 4 (VZ4 – 40 % NaCl a 60 % KCl) vykazaly tvrdost srovnatelnou s referenčním vzorkem 1.

Vzorky, u kterých bylo sníženo množství soli bez přídavku $MgCl_2$ byl naměřen růst tvrdosti v závislosti na snižování NaCl za současného přídavku KCl. Kdežto u vzorků s přídavkem $MgCl_2$ nejvíce tvrdost klesala se snížením podílu NaCl v kombinaci s KCl, jak je viditelné u vzorku 10.

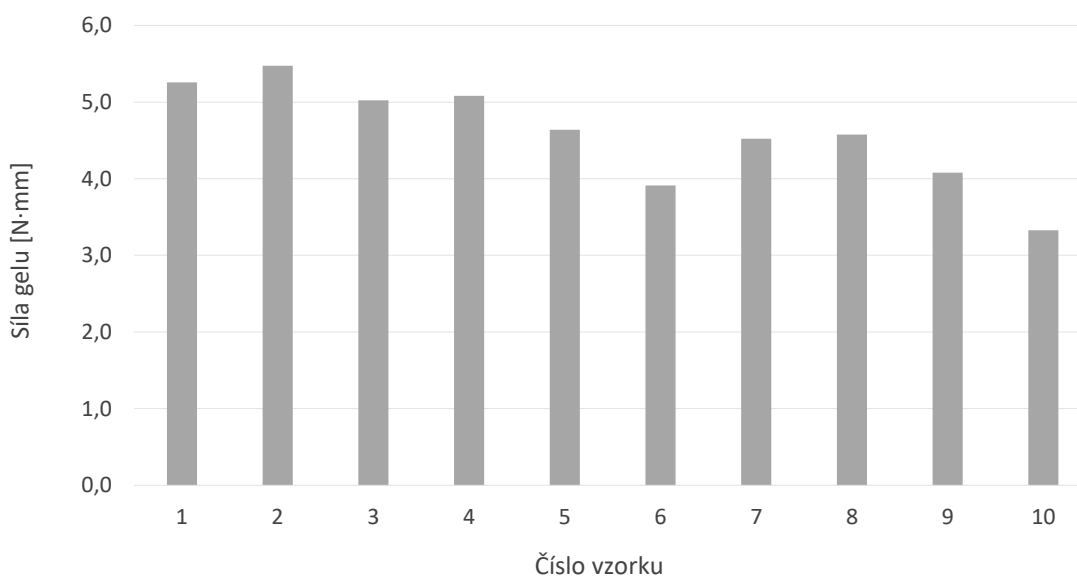
Výsledky, ke kterým dospěli autoři studií, zabývajících se náhradou NaCl jinými chloridovými solemi, jako KAMENÍK et al. [65]; PRIMOŽIČ et al. [67] a LILIC [68] se v hodnotách liší s výsledky naměřenými v této diplomové práci. A to zejména z toho důvodu, že se jedná o různé druhy masných výrobků s různou surovinovou skladbou, včetně přídavku fosforečnanů, které mají vliv na tvorbu textury masných výrobků.

8.1.2 Síla gelu

Tab. 6: Hodnoty síly gelu naměřené na vzorcích v N·mm, hodnoty naměřené v roce 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| průměrná síla gelu | 5,255 | 5,475 | 5,024 | 5,082 | 4,638 | 3,911 | 4,524 | 4,575 | 4,078 | 3,328 |
| směrodatná odchylka | 0,418 | 0,187 | 0,264 | 0,540 | 0,287 | 0,434 | 0,422 | 0,165 | 0,253 | 0,231 |

Graf č. 3: Graf závislosti síly gelu na složení solicích směsí, hodnoty naměřené v roce 2018



Jak nám ukazují data naměřená po 132 dnech od data výroby kuřecích paštik, oproti standardu (VZ1) vykazuje nejvyšší sílu gelu pouze vzorek kuřecí paštiky s poměrem NaCl 80 % a 20 % KCl (VZ2). Naopak nejnižší síla gelu byla naměřena u vzorku 10 (VZ10) s poměrem chloridových solí NaCl 40 %, KCl 40 % a MgCl₂ 20 %, stejně jako tomu bylo u tvrdosti.

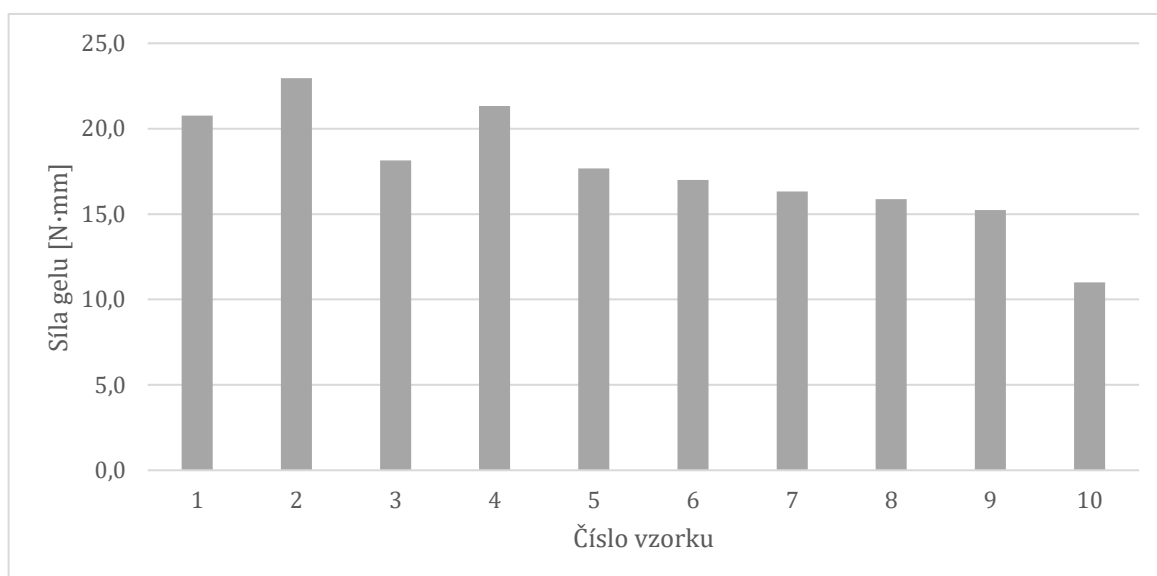
Tab. 7: Hodnoty síly gelu naměřené na vzorcích v N·mm, hodnoty naměřené

v roce 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| průměrná síla gelu | 20,772 | 22,963 | 18,151 | 21,325 | 17,677 | 16,997 | 16,318 | 15,875 | 15,244 | 11,011 |
| směrodatná odchylka | 1,130 | 1,082 | 0,525 | 0,549 | 0,369 | 1,247 | 0,871 | 0,499 | 0,663 | 0,596 |

Graf č. 4: Graf závislosti síly gelu na složení solicích směsí, hodnoty naměřené v

v roce 2021



U hodnot naměřených po 1094 dnech od výroby experimentálních vzorků je opět zjevná souvislost mezi silou gelu a dobou skladování. Data ukazují, že po 3 letech skladování při $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ došlo u sterilovaných paštik ke zvýšení síly gelu u všech vzorků až 4x. Přičemž vyšší sílu gelu, než standard, nyní vykazují vzorky kuřecí paštiky VZ2 (NaCl 80 % a 20 % KCl) a VZ4 (40 % NaCl a 60 % KCl). Nejnižší síla gelu byla naměřena opět u vzorku VZ10 s poměrem chloridových solí NaCl 40 %, KCl 40 % a MgCl_2 20 %.

V obou případech měření, tedy po 132 a 1094 dnech od data výroby experimentálních vzorků, vzorky 2 a 4 vykazovaly opět nejbližší hodnotu srovnatelnou s referenčním vzorkem 1.

Vzorky, u kterých bylo sníženo množství soli bez přídavku MgCl_2 byl naměřen růst síly gelu v závislosti na snižování NaCl za současného přídavku KCl . Kdežto u vzorků s přídavkem MgCl_2 je zjevný klesající trend síly gelu.

8.1.3 Pružnost

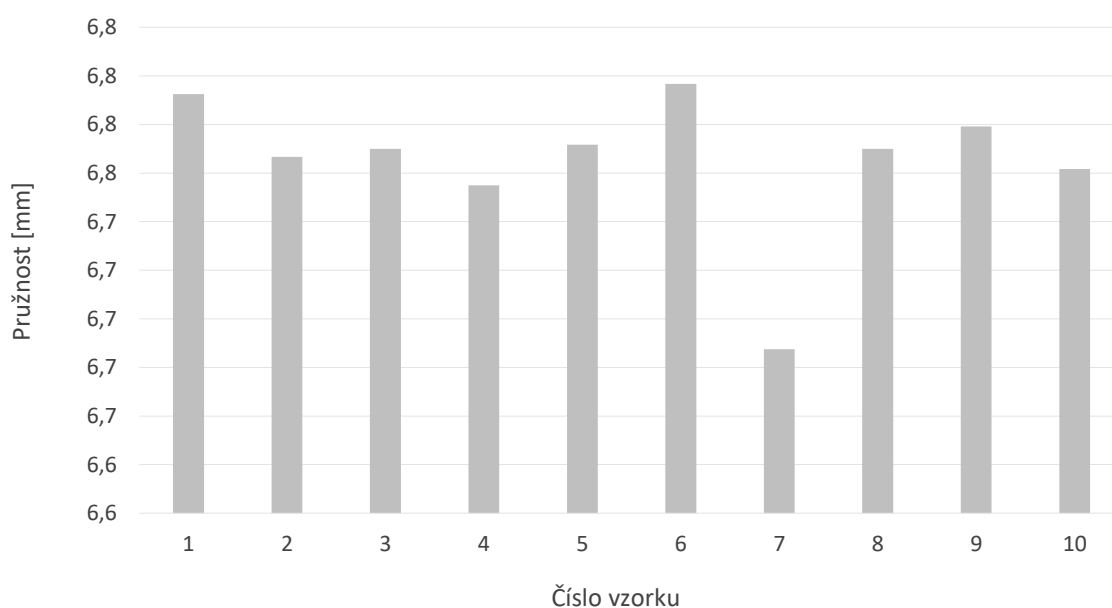
Tab. 8: Hodnoty pružnosti naměřené na vzorcích v mm, hodnoty naměřené

v roce 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| průměrná pružnost | 6,792 | 6,767 | 6,770 | 6,755 | 6,772 | 6,797 | 6,687 | 6,770 | 6,779 | 6,762 |
| směrodatná odchylka | 0,024 | 0,025 | 0,022 | 0,039 | 0,030 | 0,032 | 0,035 | 0,025 | 0,011 | 0,035 |

Graf č. 5: Graf závislosti pružnosti na složení solických směsí, hodnoty naměřené v

v roce 2018

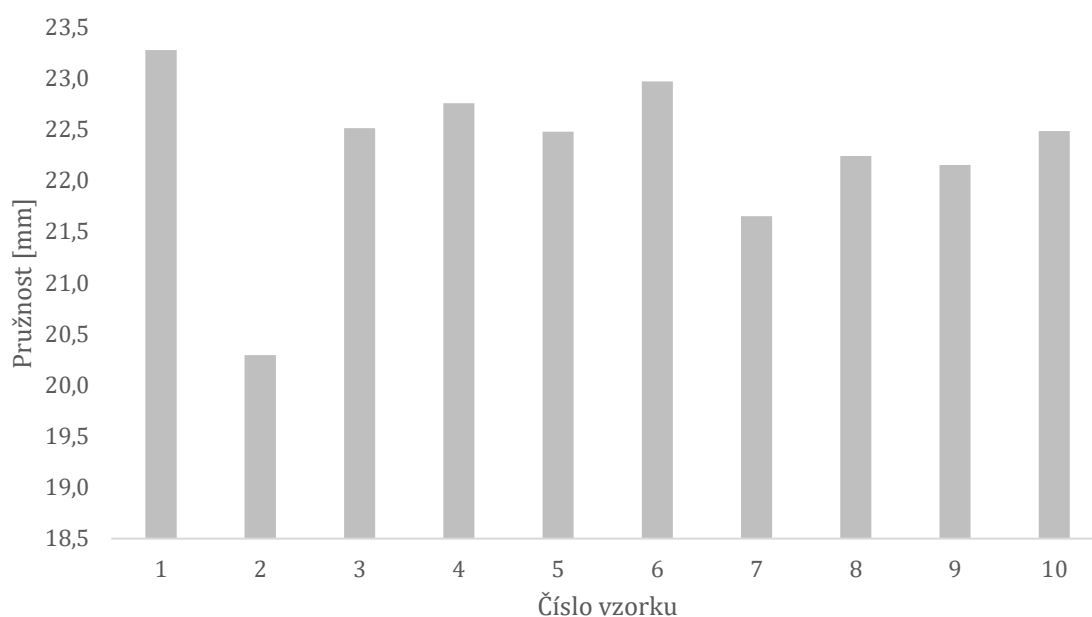


Dle dat zaznamenaných v roce 2018 byla nejvyšší hodnota pružnosti naměřena u vzorku 6 (60 % NaCl , 40 % MgCl_2), a to 6,797 mm. Naopak nejnižší hodnota pružnosti byla naměřena u vzorku 7 (40 % NaCl , 60 % MgCl_2). Podle tohoto jevu je zřejmé, že pružnost je ovlivněna množstvím NaCl ve směsi.

Tab. 9: Hodnoty pružnosti naměřené na vzorcích v mm, hodnoty naměřené v roce 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| průměrná pružnost | 23,272 | 20,293 | 22,511 | 22,754 | 22,475 | 22,967 | 21,649 | 22,238 | 22,151 | 22,482 |
| směrodatná odchylka | 1,413 | 4,375 | 0,891 | 1,219 | 0,996 | 2,335 | 0,191 | 0,324 | 0,533 | 0,304 |

Graf č. 6: Graf závislosti pružnosti na složení solicích směsí, hodnoty naměřené v roce 2021



I v tomto případě byla prokázána souvislost nárůstem pružností a dobou skladování. Po 1094 dnech skladování experimentálních vzorků došlo ke zvýšení pružnosti u všech vzorků téměř čtyřnásobně. Ovšem hodnoty pružnosti naměřené v roce 2018 se ale značně liší. Zde byla nejvyšší hodnota pružnosti 23,272 mm naměřena u vzorku 1 (referenční vzorek 100 % NaCl), nejnižší hodnota u vzorku 2 (80 % NaCl, 20 % KCl), a to 20,293 mm.

V případě pružnosti, hraje roli snižování obsahu NaCl za přídavku MgCl₂, kdy je pružnost u vzorků vyšší. Naopak u vzorků, které obsahovaly také KCl, byl zaznamenán klesající trend pružnosti.

Ani zde výsledky v dohledaných výše zmíněných studiích se naměřené hodnoty neshodují. Pro účel srovnání nejsou dle mého názoru tyto studie, kde se jedná o produkty jiného surovinového složení a technologického zpracování, relevantní.

Z naměřených hodnot texturních parametrů u experimentálních vzorků je však zřejmé, že pro dosažení vhodné textury je vyžadována určitá koncentrace NaCl v receptuře. Neboť jedlá sůl podporuje rozpuštění myofibrilárních bílkovin, a tím určuje vaznost masného díla a stabilitu tukové složky. Na základě studií, které provedli různí autoři v různých zemích na různých masných výrobcích nebo polotovarech lze prohlásit, že obsah jedlé soli, resp. sodíku může být snížen, zpravidla až do podílu 30-40% náhradou chloridem draselným, případně kombinací chloridů (KCl, MgCl₂). Je ale nutné věnovat pozornost také variabilitě obsahu jedlé soli u stejných výrobků napříč výrobci.

8.2 Vyhodnocení barvy u vzorků kuřecí játrovky

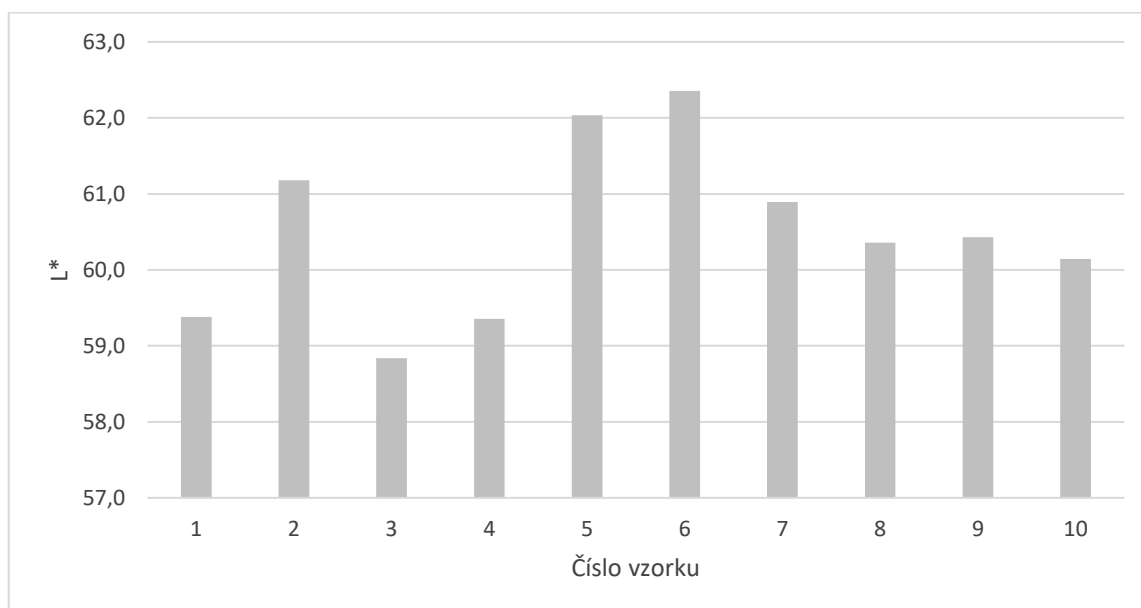
Vyhodnocení parametrů a* (přechod mezi červenou a zelenou), b* (přechod mezi žlutou a modrou), L* (jas) probíhalo pomocí přístroje Ultrascan PRO od firmy HunterLab. Každý experimentální vzorek kuřecí játrovky byl změřen pětkrát. Z každé pětky měření byl vypočítán průměr a směrodatná odchylka. Hodnoty jsou zaznamenány a srovnávány v tabulkách a pomocí grafů. Celkové výsledky z měření jsou zapsány v Příloze č. 7 až 12.

8.2.1 Jas L*

Tab. 10: Hodnoty jasu L* naměřené na vzorcích, rok 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| průměrná hodnota | 59,380 | 61,180 | 58,838 | 59,354 | 62,036 | 62,354 | 60,894 | 60,356 | 60,430 | 60,142 |
| směrodatná odchylka | 0,609 | 0,457 | 1,377 | 0,474 | 0,537 | 0,333 | 0,329 | 0,887 | 0,683 | 0,779 |

Graf č. 7: Graf závislosti jasů na použité solící směsi, rok 2018

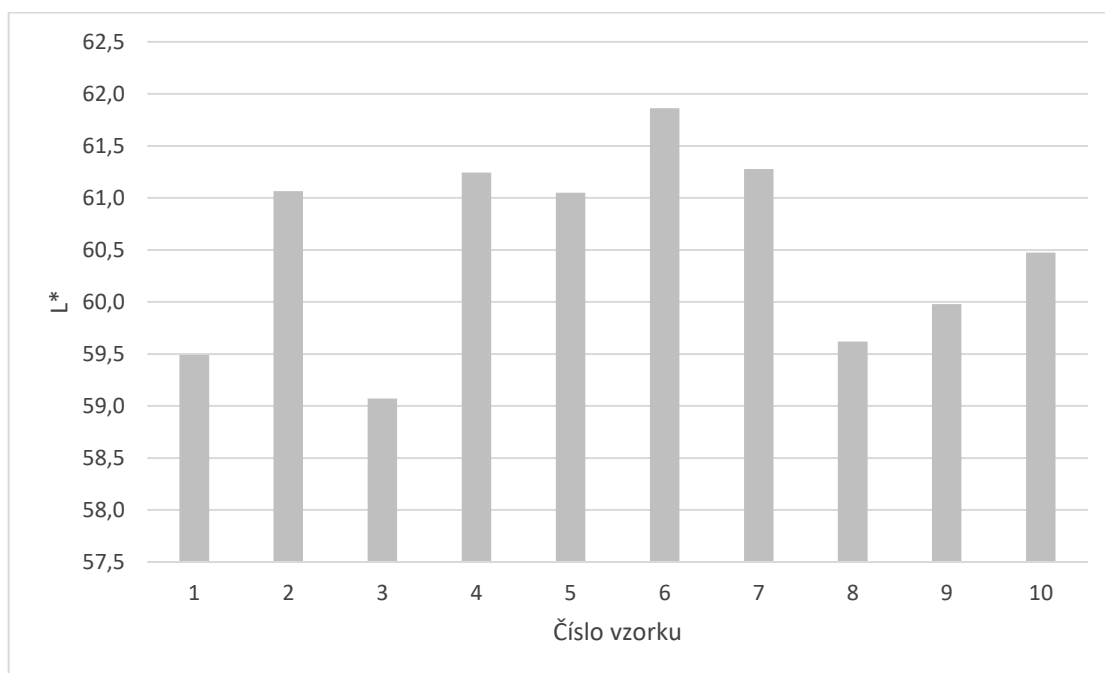


Hodnoty jasů zaznamenané 135 dnů od data výroby se pohybovaly v rozmezí 58,838-62,354, což poukazuje na vzorky světlejší. Nejvyšší jas vykazuje vzorek 6 (60 % NaCl, 40 % MgCl₂), naopak nejnižší jas vykazuje vzorek 3 (60 % NaCl, 40 % KCl). K referenčnímu vzorku má nejbližší hodnotu vzorek 4 (40 % NaCl, 60 % KCl). V případě tohoto měření nebyla zjištěna přímá spojitost mezi hodnotami jasů a množstvím chloridových směsí.

Tab. 11: Hodnoty jasů L* naměřené na vzorcích, rok 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| průměrná hodnota | 59,490 | 61,066 | 59,070 | 61,244 | 61,050 | 61,862 | 61,278 | 59,620 | 59,980 | 60,474 |
| směrodatná odchylka | 0,256 | 0,199 | 0,158 | 0,134 | 0,143 | 0,537 | 0,517 | 0,024 | 0,423 | 0,240 |

Graf č. 8: Graf závislosti jasů na použité solící směsi, rok 2021



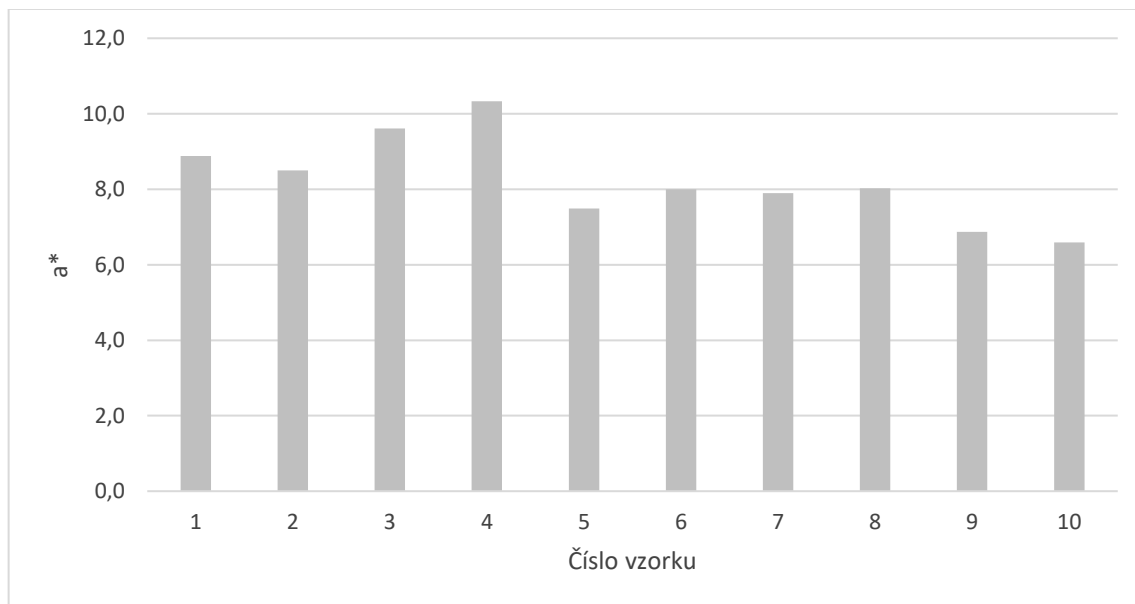
Naměřená data hodnot jasů zaznamenané 1102 dnů od data výroby se pohybovaly v rozmezí 59,070-61,862; což rovněž ukazuje na vzorky světlejší. Nejvyšší jas vykazuje opět vzorek 6 (60 % NaCl, 40 % MgCl₂), naopak nejnižší jas vykazuje vzorek 3 (60 % NaCl, 40 % KCl). K referenčnímu vzorku má tentokrát nejbližší hodnotu vzorek 8 (60 % NaCl, 20 % KCl, MgCl₂). Ani v případě tohoto měření nelze vzhledem k zastoupení náhrad logicky vyvodit spojitost mezi koncentrací chloridových solí a L*.

8.2.2 Přejít mezi červenou a zelenou a*

Tab. 12: naměřené hodnoty a* - barevného přechodu R/G, rok 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| průměrná hodnota | 8,880 | 8,498 | 9,606 | 10,330 | 7,494 | 8,002 | 7,900 | 8,020 | 6,870 | 6,590 |
| směrodatná odchylka | 0,230 | 0,037 | 0,218 | 0,843 | 0,340 | 0,252 | 0,314 | 0,503 | 0,143 | 0,172 |

Graf č. 9: Graf závislosti přechodu R/G na použité solící směsi, rok 2018

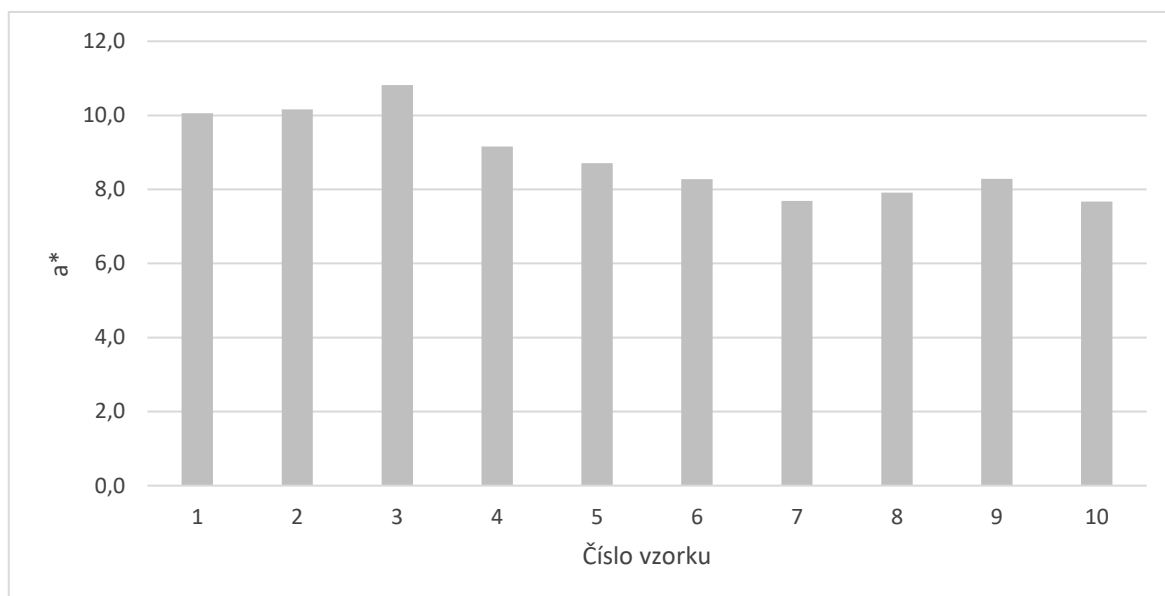


Výsledky měření z roku 2018 barevného přechodu R/G byly v kladných hodnotách $+a^*$, takže se jedná o spektrum červené barvy. U vzorků 2, 3, 4, kde byla náhrada pouze pomocí KCl byla naměřena nejvyšší hodnota a^* , tedy vzorky obsahovaly nejvíce červené barvy a vykazovaly stoupající trend v závislosti na vyšším obsahu KCl. Naopak vzorky 5-10, ve kterých je obsažen $MgCl_2$ v různém poměru, byla naměřena hodnota a^* nižší, tedy tyto ztrácely červenou barvu.

Tab. 13: naměřené hodnoty a^* - barevného přechodu R/G, rok 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| průměrná hodnota | 10,056 | 10,162 | 10,820 | 9,162 | 8,712 | 8,276 | 7,690 | 7,910 | 8,284 | 7,670 |
| směrodatná odchylka | 0,433 | 0,356 | 0,244 | 0,106 | 0,123 | 0,103 | 0,066 | 0,096 | 0,104 | 0,076 |

Graf č. 10: Graf závislosti přechodu R/G na použité solící směsi, rok 2021



U naměřených výsledků z roku 2021 rovněž parametr a^* nabýval kladných čísel. Nejvyšší hodnotu a^* vykazovaly rovněž vzorky 2,3,4, kde byla náhrada pouze pomocí KCl. Tyto vzorky tedy obsahovaly nejvíce červené barvy a vykazovaly stoupající trend v závislosti na vyšším přidavku KCl do receptury. Naopak nejméně červené barvy obsahoval vzorek 7, ve kterém nebyl obsažen KCl vůbec (40 % NaCl a 60 % MgCl₂).

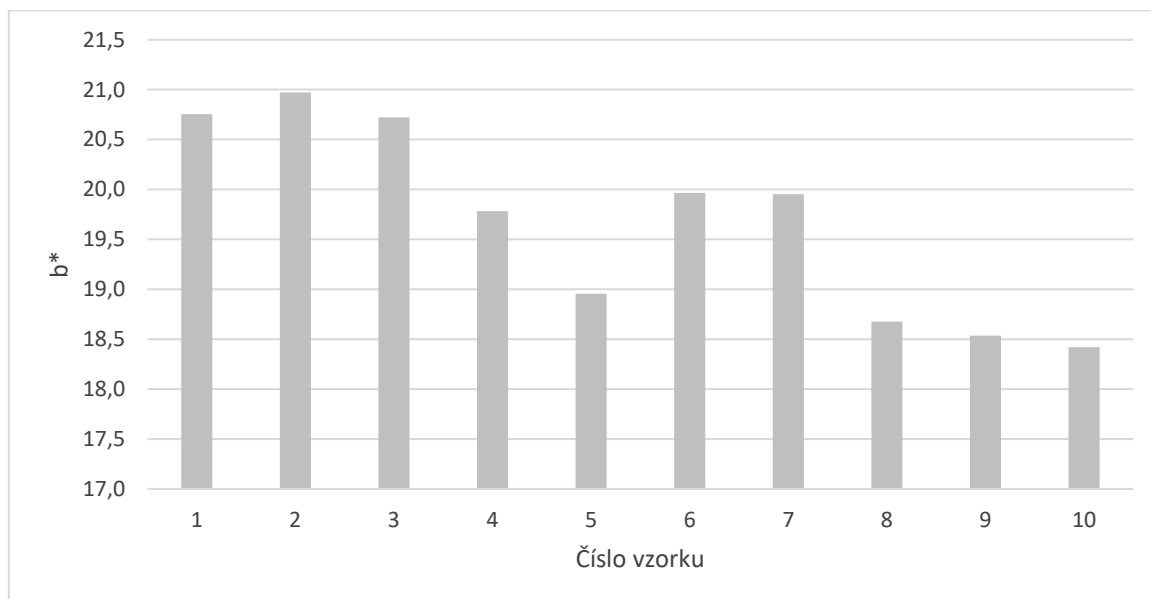
Ke shodným trendům dospěl ve své experimentální práci i SANG-KEUN JIN [70], kdy se v tomto experimentu zabýval nahrazením či úplnou redukcí NaCl u vařených masných výrobků. Lze tedy vyvodit, že změna a^* je závislá na použité solící směsi.

8.2.3 Přejchod mezi žlutou a modrou (Y/B) b^*

Tab. 14. Naměřené hodnoty barevného přechodu (Y/B) b^* , rok 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| průměrná hodnota | 20,754 | 20,972 | 20,722 | 19,784 | 18,954 | 19,966 | 19,954 | 18,678 | 18,536 | 18,420 |
| směrodatná odchylka | 0,818 | 0,352 | 1,051 | 1,153 | 1,048 | 0,867 | 0,222 | 0,954 | 0,702 | 0,924 |

Graf č. 11: Graf závislosti přechodu Y/B na použité solící směsi, rok 2018

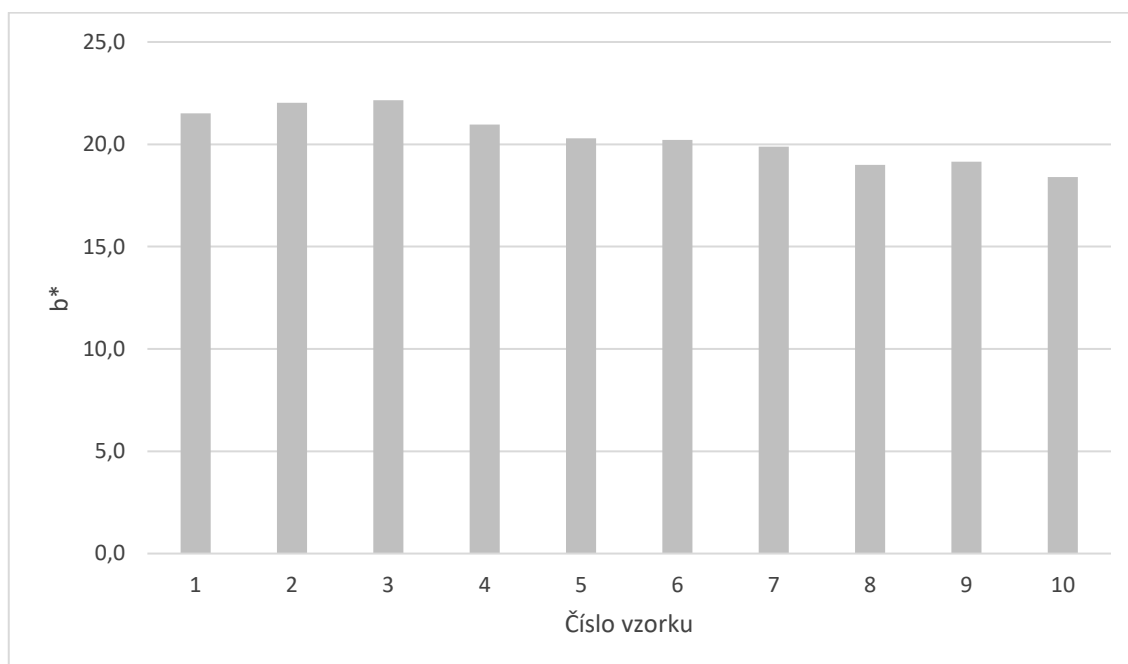


U vzorků měřených v roce 2018, byly všechny hodnoty barevného přechodu Y/B v kladné části spektra pro žlutou barvu. U trojice vzorků 2, 3, 4, dvojice 6, 7 a trojice 8, 9, 10 byl zaznamenán postupný pokles hodnoty b^* . U první trojice vzorků se zvyšovalo % náhrady KCl, u dvojice vzorků 6, 7 se zvyšovalo % náhrady $MgCl_2$ a u trojice 8, 9, 10 se snížil podíl NaCl za současného přidavku KCl a $MgCl_2$. U vzorku 5 (80 % NaCl, 20 % $MgCl_2$) byl faktor b^* nejméně intenzivní.

Tab. 15. Naměřené hodnoty barevného přechodu (Y/B) b^* , rok 2021

| MĚŘENÍ /VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|---------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| průměrná hodnota | 21,518 | 22,028 | 22,154 | 20,966 | 20,290 | 20,212 | 19,890 | 18,994 | 19,146 | 18,402 |
| směrodatná odchylka | 0,901 | 0,590 | 0,492 | 0,748 | 0,576 | 0,843 | 1,117 | 0,620 | 0,616 | 0,917 |

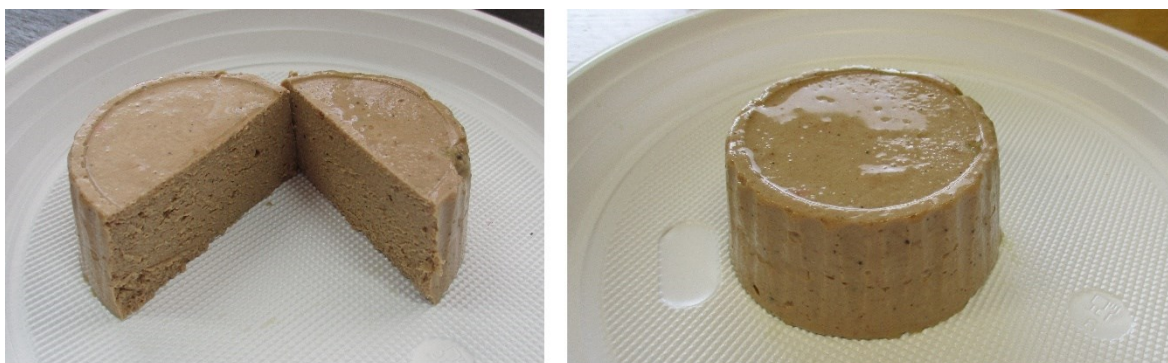
Graf č. 12: Graf závislosti přechodu Y/B na použité solící směsi, rok 2021



Po 3 letech skladování experimentálních vzorků, byly zaznamenány odlišné hodnoty parametru b^* , avšak stále v kladné části spektra pro žlutou barvu. Referenční vzorek obsahující pouze NaCl má hodnotu parametru b^* vyšší než vzorky 5–7, v nichž se vyskytuje $MgCl_2$ v kombinaci s NaCl, nebo vzorky 8–10 v nichž jsou kombinované NaCl, $MgCl_2$ a KCl. Naopak vyšší hodnotou b^* oproti referenčnímu vzorku korespondují pouze vzorky 2, 3 se 20 % a 40 % KCl. Z výsledků můžeme tedy usoudit, že složení solící směsi má vliv na parametr b^* analýzy barvy.

Podobných výsledků bylo dosaženo i v práci SANG-KEUN JIN [70] s tím, že jejich výsledky nepřesahují hodnotu 9, kdežto v této práci se hodnoty pohybují v rozmezí 19–22. Což přisuzují rozdílné surovinové skladbě. Nicméně se v obou případech naměřená data pohybují ve žlutém spektru žlutomodré osy.

Obecně barevnost masných výrobků závisí na míře oxidace barviv nacházejících se v mase (myoglobin a hemoglobin). Tepelným záhřevem se pak denaturuje bílkovinná složka barviva (globin) a následně dochází k samotným oxidačním změnám v barevné (hemové) složce. Do experimentálních vzorků kuřecích jatek nebyla přidávána dusitanová solící směs, takže dle očekávání se u nich objevilo nahnědlé zbarvení po metmyoglobinu. V neposlední řadě má na barvu výrobku vliv surovinová skladba. U experimentálních vzorků kuřecích jatek hodnotím barvu senzory velmi přijatelnou.



Obr. 11. Ukázka zbarvení experimentálních vzorků [Foto autorka]

8.3 Vyhodnocení mikrobiologického obrazu u vzorků kuřecí játrovky

V této části práce je zaznamenán vývoj mikroflóry v průběhu skladování experimentálních vzorků sterilovaných kuřecích játrovek. Vzorky byly nejdříve podrobeny mikrobiologické analýze v provozních podmínkách výrobního závodu 3 dny po výrobě (rok 2018) a následně po 1096 dnech skladování při $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ metodou kultivace mikroorganismů na živných půdách. Podrobné výsledky z měření jsou uvedeny v Příloze č. 13.

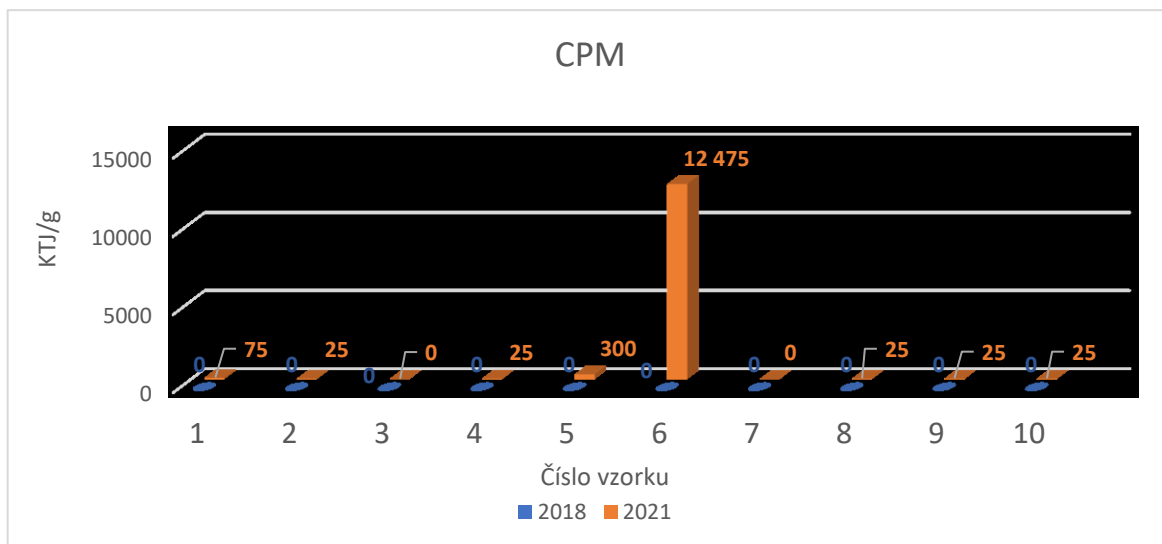
Sterilované kuřecí játrovky jsou dle legislativy označovány jako tepelně opracované masné výrobky, hermeticky uzavřené → konzervy. Pro tento druh výrobků tedy platí, že musí splňovat podmínky obchodní sterility. Obchodní sterilitou podle ČSN 56 9609 se rozumí nepřítomnost životaschopných mikroorganismů, které by se mohly za podmínek oběhu množit a nepřítomnost mikroorganismů vyvolávajících onemocnění z potravin.

Nepřítomnost životaschopných mikroorganismů, které by se mohly za podmínek oběhu množit znamená, že při termostatové zkoušce v uzavřených obalech nedojde po 7 až 10denní inkubaci při 35°C až 37°C k většímu zvýšení počtu mikroorganismů než na 10^2 .

8.3.1 Zjištěné hodnoty KTJ/g u vzorků kuřecí játrovky

Celkový počet mikroorganismů (CPM)

Graf č. 13: Graf závislosti nárůstu CPM na čase



Počet CPM zjištěný u vzorků:

- Č. 1 (100 % NaCl) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $7,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $7,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 2 (80 % NaCl, 20 % NaCl) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $2,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $2,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 4 (40 % NaCl, 60 % KCl) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $2,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $2,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 5 (80 % NaCl, 20 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: 3×10^2 KTJ/g výrobku tj. $3 \times 10^2 > 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **NEVYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 ani dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 6 (60 % NaCl, 40 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $12,5 \times 10^3$ KTJ/g výrobku tj. $12,5 \times 10^3 > 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku

tedy **NEVYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 ani dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.

- Č. 8 (60 % NaCl, 20 % KCl, 20 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $2,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $2,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 9 (40 % NaCl, 20 % KCl, 40 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $2,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $2,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 10 (40 % NaCl, 40 % KCl, 20 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $2,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $2,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.

Vyšší CPM u vzorků kuřecí játrovky, než dovolují příslušné předpisy může upozorňovat na to, že produkt byl vyrobený ze surovin s vysokým obsahem bakterií, nebo za pomoci nedostatečně čištěného a dekontaminovaného náradí a zařízení (primární kontaminace). Stanovení CPM má tedy význam jako základní informace o stupni mikrobiální kontaminace a rekontaminace surovin, hotových výrobků a prostředí provozoven. Z těchto výsledků lze usuzovat nedodržení technologických postupů a hygienických směrnic při výrobě vzorků, přepravě a uskladnění surovin.

Enterokoky

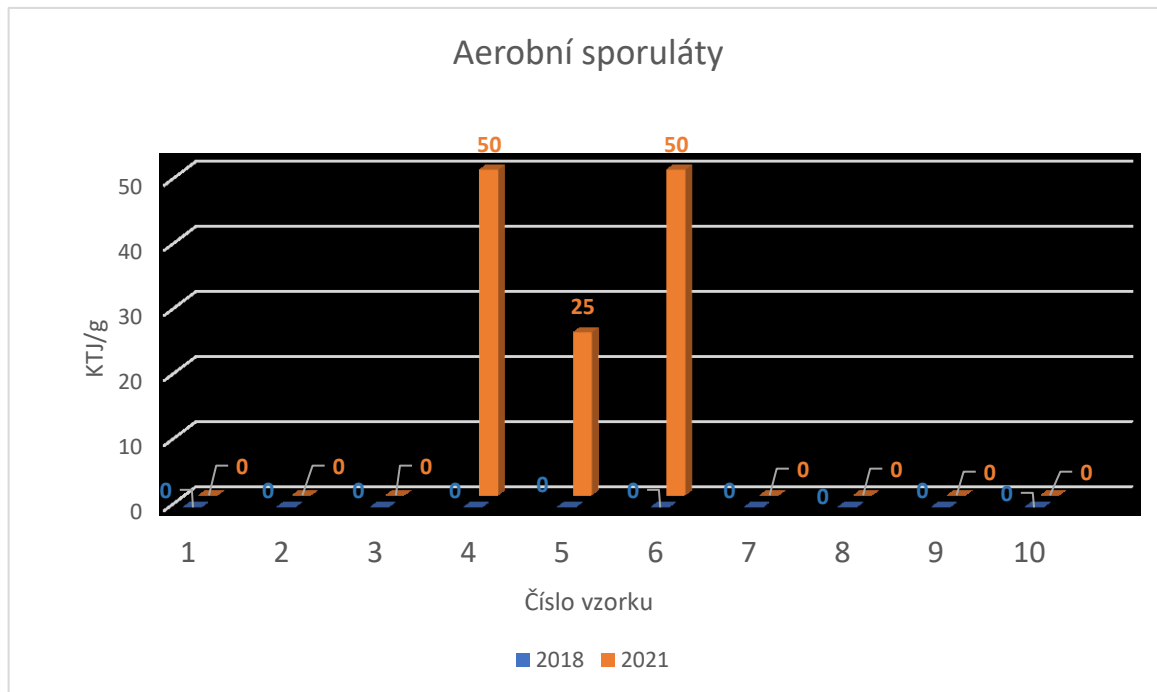
Nebyly definovány žádné rostoucí kolonie.

Enterobacteriaceae

Nebyly definovány žádné rostoucí kolonie.

Aerobní a anaerobní sporulující bakterie

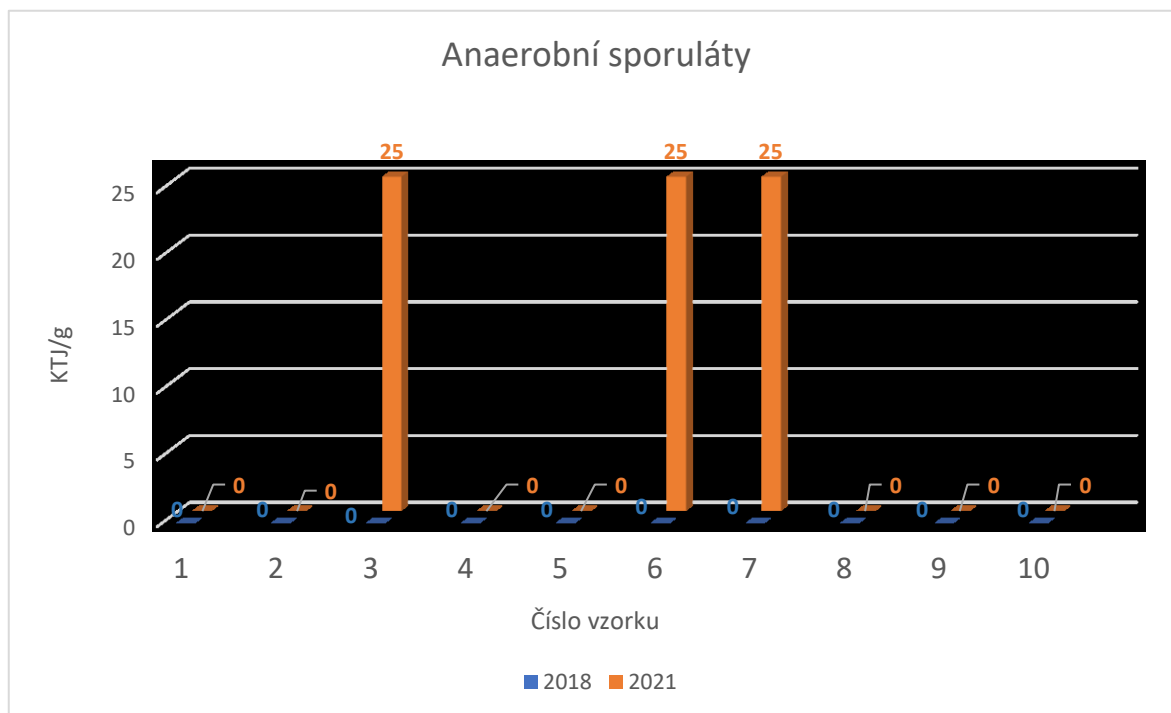
Graf č. 14: Graf závislosti nárůstu aerobních sporulujících bakterií na čase



Počet aerobních sporulujících bakterií zjištěný u vzorků:

- Č. 4 (40 % NaCl, 60 % KCl) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: 5×10^1 KTJ/g výrobku tj. $5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 5 (80 % NaCl, 20 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $2,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $2,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 6 (60 % NaCl, 40 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: 5×10^1 KTJ/g výrobku tj. $5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.

Graf č. 15: Graf závislosti nárůstu anaerobních sporulujících bakterií na čase



Počet aerobních sporulujících bakterií zjištěný u vzorků:

- Č. 3 (60 % NaCl, 40 % KCl) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $2,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $2,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 6 (60 % NaCl, 40 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $2,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $2,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 7 (40 % NaCl, 60 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $2,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $2,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.

Stanovení sporotvorných bakterií má význam zejména u tepelně opracovaných výrobků. Aerobní sporuláty (příslušníci rodu *Bacillus*) se vyskytují zejména v nedostatečně chlazených pasterovaných výrobcích, anaerobní sporuláty (příslušníci rodu *Clostridium*) jsou nežádoucími kontaminanty konzervářského průmyslu, tedy u sterilovaných produktů.

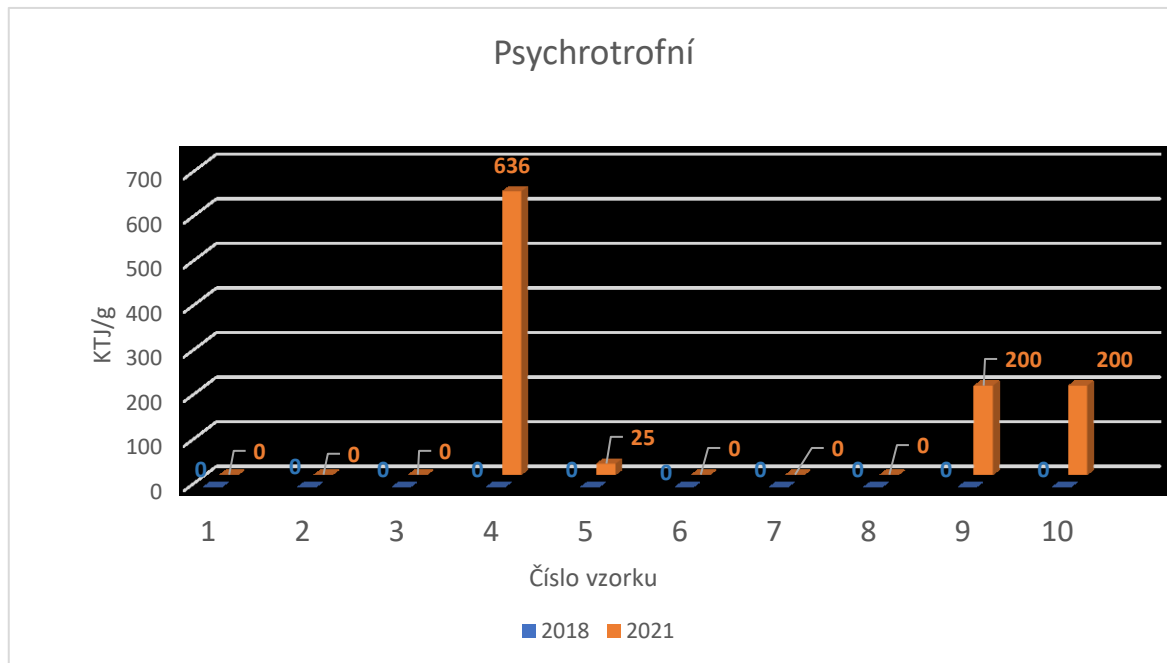
Nežádoucí změny díky růstu mikroorganismů mohou nastat, pokud není konzervovaná paštika po naplnění dostatečně rychle uzavřena. Tepelné zpracování paštik musí být provedeno nejpozději do 20 minut po uzavření obalu. Pokud není tepelné opracování dostatečné, mikroorganismy mohou způsobit vyduť (bombáž), okyselení, nebo změny v chuti a vůni paštik. Když ochlazování po sterilaci není prováděno dostatečně rychle, může docházet k růstu termofilních druhů mikroorganismů.

Rekontaminace masových konzerv po tepelném opracování je jeden z nejrozšířenějších problémů a může způsobit bombáž konzerv. Konzervy mohou být kontaminovány mikroorganismy vstupujícími dovnitř přes trhlinky (z defektu obalu nebo díky vnější korozi v případě kovových obalů), vadné švy (z nesprávné výroby nebo uzavření konzervy), nebo pomocí tmelu či lepidla, který utěsňuje víčka k tělu konzervy.

Největší nebezpečí pak pro konzervy představuje bakterie *Clostridium botulinum*, která je izolována z půdy a vody prakticky z celého světa a při růstu tvoří smrtelný toxin. Je to patogen s velkou tepelnou rezistencí (vzhledem k produkci termorezistentních spor) a v konzervách je anaerobní prostředí, které mu vyhovuje. Většina masových konzerv má pH nad 6,5, je tedy třeba důsledně dodržovat teplotní proces zahřátí na 121°C s výdrží minimálně 3 minuty, což podstatně zredukuje *C. botulinum*. Mezi mikroorganismy způsobujícími kažení masových konzerv patří také *Clostridium thermosacharolyticum*, jehož spory mohou přežít i při velmi vysokých teplotách; striktně termofilní *Bacillus stearothermophilus*.

Psychrotrofní mikroorganismy

Graf č. 16: Graf závislosti nárůstu psychrotrofních mikroorganismů na čase



Počet psychrotrofních mikroorganismů zjištěný u vzorků:

- Č. 4 (40 % NaCl, 60 % KCl) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $6,36 \times 10^2$ KTJ/g výrobku tj. $6,36 \times 10^2 > 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **NEVYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 ani dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 5 (80% NaCl, 20 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: $2,5 \times 10^1$ KTJ/g výrobku tj. $2,5 \times 10^1 < 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **VYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 i dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005.
- Č. 9 (40 % NaCl, 20% KCl, 40 %MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: 20×10^1 KTJ/g výrobku tj. $20 \times 10^1 > 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **NEVYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 ani dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005
- Č. 10 (40% NaCl, 40 % KCl, 20 % MgCl₂) byl stanoven po 1096 dnech skladování na: 20×10^1 KTJ/g výrobku tj. $20 \times 10^1 > 10^2$. Mikrobiální jakost tohoto vzorku tedy **NEVYHOVUJE** dle ČSN 56 9609 ani dle Nařízení Komise (ES) 2073/2005

Počet psychrotrofních mikroorganismů poskytuje základní informace o stupni mikrobiální kontaminace a dekontaminace surovin, hotových výrobků a prostředí provozoven. Z výsledků lze pak usuzovat na míru primární či sekundární kontaminace potravin z hlediska jejich chladírenského uchovávání.

Za kažení konzerv mohou být odpovědné z psychrofilních mikroorganismů: *Pseudomonas spp.* a *Achromobacter spp.*, *Acinetobacter*, *Moraxella*, *Aeromonas*, *Vibrio*, *Serratia*, *Bacillus* a mnohé další, které mají proteolytické a lipolytické vlastnosti.

Kvasinky a plísně

Nebyly definovány žádné rostoucí kolonie.

Vzhledem k tomu, že u experimentálních vzorků nebyly viditelné žádné negativní senzorické změny (zápach, změna, barvy, bombáže...) ani viditelné mikrobiologické změny po otevření výrobku, není zřejmé, zda jsou vyrostlé kolonie opravdu odrazem úrovně mikrobiální kontaminace vyšetřovaných vzorků, nebo se jedná o sekundární kontaminaci při inokulaci. Je tedy vhodné provést opakované vyšetření inkriminovaných vzorků s tím, že nesmí být do stanovení nových výsledků provedena senzorická hodnocení. V případě opětovného pozitivního výsledku doporučuji tato nápravná opatření při výrobě nových vzorků:

- zaměřit se dodržování hygienických požadavků výroby a výběr kvalitní suroviny,
- zvýšit hygienu výrobních zařízení a prostředí (chladírny, plnicí stroje, obaly, pracovní plochy vývojové laboratoře, přístroje),
- dodržování skladovacích podmínek surovin a hotových výrobků, dodržování doporučení pro manipulaci se surovinami –zabránit přenosu kontaminující mikroflóry ze surovin,
- kontrola správně provedené sterilace paštik, případně navýšit dobu výdrže sterilizační teploty.

Je obecně známo, že NaCl vykazuje konzervační efekt, a tím ovlivňuje růst bakterií. SLEATOR et. al [63] se ve své práci zabývali otázkou, zda omezení hladiny sodíku nemůže mít negativní dopad na bezpečnost reformulovaných potravin a jejich údržnost.

BIDLAS e. al [9] a HYTEAD et. al. [64] ve svých studiích zjistili, že z hlediska náhrady jedlé soli chloridem draselným by tato změna neměla mít žádný dopad na přítomnou mikroflóru. Bylo zjištěno při testování kmenů *Aeromonas hydrophila*, *Enterobacter sakazakii*, *Shigella flexneri*, *Yersinia enterocolitica* a *Staphylococcus aureus*, že má chlorid draselný ekvivalentní antimikrobiální efekt jako NaCl.

ZÁVĚR

Cílem tohoto experimentu bylo vyrobit v laboratorních a částečně provozních podmínkách vzorky sterilovaných kuřecích játrových paštik u kterých byl částečně nahrazen chlorid za účelem zlepšení nutričních vlastností těchto výrobků. Přičemž bylo nutné, se během výroby držet takového technologického postupu a použití vhodných surovin, aby bylo možné případně tyto výrobní postupy později aplikovat přímo v provozu. U těchto vzorků sterilovaných paštik pak byly provedeny testy na texturní profil, barvu a mikrobiální jakost.

Z naměřených hodnot texturních parametrů u experimentálních vzorků je zřejmé, že pro dosažení vhodné textury je vyžadována určitá koncentrace NaCl v receptuře. Neboť chlorid sodný podporuje rozpuštění myofibrilárních bílkovin, a tím určuje vaznost masného díla a stabilitu tukové složky. Změny v texturních vlastnostech byly pozorovány u hodnot naměřených po 1094 dnech od výroby. U experimentálních vzorků je zjevná souvislost mezi tvrdostí, silou gelu, pružností a dobou skladování. Výsledky této práce ukazují, že po 3 letech skladování při $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ došlo u sterilovaných paštik ke zvýšení tvrdosti, síle gelu a pružností u všech vzorků až čtyřnásobně. Z hodnot také vyplývá, že alternativy k NaCl mírně ovlivňují tvrdost, sílu gelu či pružnost, ale celkovou texturu paštiky významně neovlivňují. K referenčnímu vzorku měl nejbližší hodnotu tvrdosti a síly gelu vzorek č. 4, naopak nejvzdálenější hodnotu vzorek č. 10. Co se týče pružnosti, zde měl nejbližší hodnotu k referenčnímu vzorku vzorek č. 6, naopak nejvzdálenější vzorek č. 2.

U analýzy barevného profilu paštik, nebyly zjištěny významné barevné změny ovlivněné náhradou NaCl. Obecně barevnost masných výrobků závisí na míře oxidace barviv nacházejících se v mase (myoglobin a hemoglobin). Tepelným záhřevem se pak denaturuje bílkovinná složka barviva (globin) a následně dochází k samotným oxidačním změnám v barevné (hemové) složce. Do experimentálních vzorků kuřecích játrovek nebyla přidávána dusitanová solící směs, takže dle očekávání se u nich objevilo nahnědlé zbarvení po metmyoglobinu. V neposlední řadě má na barvu výrobku významný vliv surovinová skladba. Obecně lze ale konstatovat, že vzorky jsou spíše světlejší barvy. K referenčnímu vzorku měly nejbližší hodnotu barvy vzorky s náhradou KCl, naopak nejvzdálenější hodnotu vzorky s MgCl_2 . U experimentálních vzorků kuřecích játrovek je možno barvu hodnotit jako sensoricky velmi přijatelnou. Co se týče vlivu doby skladování na barvu paštik, zde nebyla zjištěna zjevná souvislost.

U experimentálních vzorků nebyly po 3 letech pozorovány žádné negativní sensorické změny (zápach, změna, barvy, bombáže...) ani viditelné mikrobiologické změny po otevření výrobku. Avšak po provedení mikrobiologické analýzy v laboratoři byly u některých vzorků zjištěny legislativou nepovolené limity mikroorganismů pro tento druh výrobků. Mikrobiální jakost nesplnily vzorky č. 4 (psychrotrofní mikroorganismy), č. 5 (CPM), č. 6 (CPM), č. 9 (psychrotrofní mikroorganismy) a č. 10 (psychrotrofní mikroorganismy). Není zřejmé, zda jsou vyrostlé kolonie opravdu odrazem úrovně mikrobiální kontaminace vyšetřovaných vzorků, nebo se jedná o sekundární kontaminaci při inokulaci. V případě opětovného pozitivního výsledku doporučuji nápravná opatření při výrobě nových vzorků. Pro bezpečnost masných výrobků jsou významnější jiné faktory, než přídavek NaCl. Jako například mikrobiologická jakost vstupní suroviny, hygiena provozu a jiné razantnější překážky proti přítomným bakteriím – vysoká teplota a čas působení, hodnota pH, a_w . Při zpracování potravin hraje sůl úlohu jen slabé překážky.

Závěrem lze tedy konstatovat, že na základě výsledků tohoto experimentu a autorů jiných studií, je možná náhrada až 40 % NaCl chloridem draselným, případně částečně chloridem hořečnatým, aniž by u finálních výrobků došlo ke zhoršení kvality. U sterilovaných výrobků je však ještě nutné zapracovat na ověření správnosti technologického procesu pro zajištění mikrobiální jakosti, a tím i zdravotní nezávadnosti produktu.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KLOSS, L., MEYER, J., GRAEVE, L., VETTER, W., HOEJSKOV, P., LEGETIC, B., CAMPBELL, N., WEBSTER J.. Sodium intake and its reduction by food reformulation in the European Union — A review: A five-step approach for low- and middle-income countries. *NFS Journal* [online]. 2015, 1, 9-19 [cit. 2020-10-19]. ISSN 23523646. Dostupné z: doi:10.1016/j.nfs.2015.03.001
- [2] MITCHELL, M., BRUNTON, P.N., WILKINSON G, P.,. The influence of salt taste threshold on acceptability and purchase intent of reformulated reduced sodium vegetable soups. *Food Quality and Preference* [online]. 2013, 28(1), 356-360 [cit. 2020-10-19]. ISSN 09503293. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodqual.2012.11.002
- [3] SILOW, Ch., AXEL, C., ZANNINI, E., ARENDT, E.. Current status of salt reduction in bread and bakery products – A review. *Journal of Cereal Science* [online]. 2016, 2, 135-145 [cit. 2020-10-19]. ISSN 07335210. Dostupné z: doi:10.1016/j.jcs.2016.10.010
- [4] ZANDSTRA, H., LION, R., NEWSON, R.. Salt reduction: Moving from consumer awareness to action. *Food Quality and Preference* [online]. 2016, 48, 376-381 [cit. 2020-10-19]. ISSN 09503293. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodqual. 2015.03.005
- [5] AASLYNG, M., VESTERGAARD, CH., KOCH, A. The effect of salt reduction on sensory quality and microbial growth in hotdog sausages, bacon, ham and salami. *Meat Science* [online]. 2014, 96(1), 47-55 [cit. 2020-10-19]. ISSN 03091740
- [6] NIMHURCHU, C., C. CAPELIN, E. K. DUNFORD, J. L. WEBSTER, B. C. NEAL a S. A. JEBB. Sodium content of processed foods in the United Kingdom: analysis of 44,000 foods purchased by 21,000 households. *American Journal of Clinical Nutrition* [online]. 2011, 93(3), 594-600 [cit. 2020-10-19]. ISSN 0002-9165. Dostupné z: doi:10.3945/ajcn.110.004481

- [7] DOWNS, S., M., CHRISTOFOROU, A., SNOWDON, W., DUNFORD, E., HOEJSKOV, P., LEGETIC, B., CAMPBELL, N., WEBSTER, J. Setting targets for salt levels in foods: A five-step approach for low- and middle-income countries. *Food Policy* [online]. 2015, 55, 101-108 [cit. 2020-10-19]. ISSN 03069192. Dostupné z: doi:10.1016/j.foodpol.2015.06.003
- [8] WOODWARD, E., EYLES, H., NI MHURCHU, C. Key opportunities for sodium reduction in New Zealand processed foods. *Australian and New Zealand Journal of Public Health* [online]. 2012, 36(1), 84-89 [cit. 2020-10-19]. ISSN 13260200. Dostupné z: doi:10.1111/j.1753-6405.2012.00829.x
- [9] BIDLAS, E., LAMBERT, J.W.R., Comparing the antimicrobial effectiveness of NaCl and KCl with a view to salt/sodium replacement. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2008, 124(1), 98-102 [cit. 2020-10-19]. ISSN 01681605. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2008.02.031
- [10] BURGESS, M., GIANOTTI, A., GRUZDEV, N., et al. The response of foodborne pathogens to osmotic and desiccation stresses in the food chain. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2016, 221, 37-53 [cit. 2020-10-21]. ISSN 01681605. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2015.12.014
- [11] GUTIERREZ, C., ABEE, T., BOOTH, R. Physiology of the osmotic stress response in microorganisms. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 1995, 28(2), 233-244 [cit. 2020-10-21]. ISSN 01681605. Dostupné z: doi:10.1016/0168-1605(95)00059-3
- [12] GANDHI, M., CHIKINDAS, M. Listeria: A foodborne pathogen that knows how to survive. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2007, 113(1), 1-15 [cit. 2020-10-21]. ISSN 01681605. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2006.07.008

- [13] DURANTON, F., GUILLOU, S., SIMONIN, H., CHÉRET, R., DE LAMBALLERIE, M. *Combined use of high pressure and salt or sodium nitrite to control the growth of endogenous microflora in raw pork meat* [online]. 2012, 16, 373-380 [cit. 2020-10-21]. ISSN 14668564. Dostupné z: doi:10.1016/j.ifset.2012.08.004
- [14] SALLAM, Kh.I. a K. SAMEJIMA. Microbiological and chemical quality of ground beef treated with sodium lactate and sodium chloride during refrigerated storage. *LWT - Food Science and Technology* [online]. 2004, 37(8), 865-871 [cit. 2020-10-19]. ISSN 00236438. Dostupné z: doi:10.1016/j.lwt.2004.04.003
- [15] SUJIWO, J., KIM, D., JANG, A. Relation among quality traits of chicken breast meat during cold storage: correlations between freshness traits and torrymeter values. *Poultry Science* [online]. 2018, 97(8), 2887-2894 [cit. 2021-04-17]. ISSN 00325791. Dostupné z: doi:10.3382/ps/pey138
- [16] NAŘÍZENÍ EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY (ES) č.853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. [online] Dostupné z: <https://www.khsjih.cz/soubory/predpisy-eu/narizeni-eu-853.pdf>
- [17] STEINHAUSER, L. *Hygiena a technologie masa*. 1. vyd. Brno: Last, 1995, 643 s. ISBN 80-900260-4-4.
- [18] MATES, F. *Drůbeží maso a drůbeží masné výrobky* [online]. Praha: Sdružení českých spotřebitelů, z.ú. a Potravinářská komora ČR v rámci priorit České technologické platformy pro potraviny, 2015 [cit. 2021-02-08]. Jak poznáme kvalitu? ISBN 978-80-87719-27-5.
- [19] ČESKÝ STATISTICKÝ ÚŘAD. *Spotřeba potravin - 2019* [online]. 1.12.2020 [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2019>
- [20] Obrázek. *Výroba drůbežního masa v ČR* [online]. [cit-2021-03-21]. Dostupný z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cris/zemedelstvi-3-ctvrtleti-2020>

- [21] Obrázek. *Spotřeba masa v ČR* [online]. [cit-2021-03-21]. Dostupný z:
<https://www.czso.cz/csu/czso/spotreba-potravin-2019>
- [22] ČESKO. Vyhláška č. 69/2016 Sb., *O požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich. Sbíрка zákonů ČR*. [online]. Ročník 2016. [cit. 2020-10-20]. Dostupné z:
<http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/cze174728.pdf>
- [23] Obrázek. *Drůbeží masné výrobky* [online]. [cit-2021-03-21]. Dostupný z
<http://www.ctpp.cz/data/files/upload/Jak%20poznáme%20kvalitu,%20Drubezi%20maso%20a%20drubezi%20masne%20vyrobky%20z%20nich.pdf>
- [24] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH, M. *Co byste měli vědět o výrobě potravin?* Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2009. Monografie (Key Publishing). ISBN 9788074180514.
- [25] *Dictionary of food science and technology: Liver pates* [online]. 2nd ed. ISIF: Wiley-Blackwell, 2009 [cit. 2020-10-11]. ISBN 14-051-8740-9. Dostupné z:
https://app.knovel.com/web/view/swf/show.v/rcid:kpDFSTE001/cid:kt006QDJH1/viewerType:pdf/root_slug:dictionary-food-science?cid=kt006QDJH1&page13&q=liver%20pate&sort_on=default&b-subscription=TRUE&b-group-by=true&b-search-type=tech-reference&b-sort-n=default&scrollto=Liver%20pates%20Meat%20pro
- [26] LAWRIE, R.A. *Lawrie's meat science: Thermal processing Pasteurization* [online]. 6th ed. Cambridge: Woodhead, 1998, s. 174-175 [cit. 2020-10-27]. ISBN 9781855733954. Dostupné z:
https://ubblab.weebly.com/uploads/4/7/4/6/47469791/lawries_meat_science.pdf
- [27] LEDVINKA, Z., KOVÁŘOVÁ, K., KLASALOÁ, L, BÄUMELTOVÁ. J., 2005: Vnější a vnitřní faktory působící na jakost drůbežího masa, *Náš chov*, 65 (8): 51-52. ISSN 0027-8068

- [28] LEDVINKA, Z., KOVÁŘOVÁ, K., KLESALOVÁ, L., BÄUMELTOVÁ, J., 2005: Jakost drůbežího masa, *Farmář*, 11 (9): 44-45. ISSN 1210-9789
- [29] FEINER, G. *Meat products handbook practical science and technology: Raw Fermented Salami* [online]. Repr. Cambridge: Woodhead Publishing, 2006 [cit. 2021-01-13]. ISBN 978-184-5691-721. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/view/swf/show.v/rcid:kpMPHPST0H/cid:kt00C5TLGD/viewerType:pdf/root_slug:meat-products-handbook?cid=kt00C5TLGD&page=1&b-toc-cid=kpMPHPST0H&b-toc-root-slug=meat-products-handbook&b-toc-url-slug=raw-fermented-salami&b-toc-title=Meat%20Products%20Handbook%20-%20Practical%20Science%20and%20Technology
- [30] PIPEK, P. *Technologie masa*. Praha: Karmelitánské nakladatelství, 1998. ISBN 80-719-2283-8
- [31] WHITEHURST, R. J. *Emulsifiers in food technology*. Oxford: Blackwell, 2008. ISBN 9781405147996.
- [32] KADLEC, P., MELZOCH, K., VOLDŘICH. M. *Procesy a zařízení v potravinářství a biotechnologiích*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2013. ISBN 978-80-7418-163-4
- [33] ANDRÉ, S., ZUBER, F., REMIZE, F. Thermophilic Spore-forming Bacteria Isolated from Spoiled Canned Food and Their Heat Resistance. Results of a French Ten-year Survey. *International Journal of Food Microbiology* [online]. 2013, 165(2), 134-143 [cit. 2021-02-20]. ISSN 0168-1605. Dostupné z: <http://www.sciencedirect.com.proxy.k.utb.cz/science/article/pii/S0168160513002055>
- [34] *Česká technická norma ČSN 56 9609: Pravidla správné hygienické a výrobní praxe - Mikrobiologická kritéria pro potraviny. Principy stanovení a aplikace*. Praha: Český normalizační institut, 2008.
- [35] ANDERSON, N. M., LARKIN, J. W., COLE, M. B., et al. Food Safety Objective Approach for Controlling *Clostridium botulinum* Growth and Toxin Production in

- Commercially Sterile Foods. *Journal of Food Protection* [online]. 2011, 74(11), 1956-1989 [cit. 2021-02-20]. DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-11-082. ISSN 0362-028x. Dostupné z: <http://jfoodprotection.org/doi/abs/10.4315/0362-028X.JFP>
- [36] KYZLINK, V. *Základy konzervace potravin*. 2. přeprac. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1980.
- [37] MEMBRE, JM., DIAO, M., THORIN, C., CORDIER, G., ZUBER, F., ANDRE, S. Risk Assessment of Proteolytic *Clostridium Botulinum* in Canned Foie Gras. *International Journal of Food Microbiology*. 2015, vol. 210 s. 62-72. ISSN:0168-1605.
- [38] VOLDŘICH, M. *Procesy potravinářských a biotechnologických výrob: Vliv zpracování na nutriční a senzoričké vlastnosti potravin*. Praha: VŠCHT, 2003. ISBN 80-7080-527-7.
- [39] OLIVARES, A., NAVARRO, J. L., FLORES, M. *Effect of fat content on aroma generation during processing of dry fermented sausages*. 2001, *Meat Science*, 87, s. 264-273. ISSN 0309-1740
- [40] KRKOŠKOVÁ B. *Textúra potravin*. 1. vyd., Bratislava: Alfa, 1986.
- [41] CAVITT L.C., YOUM G.W., MEULLENET J.F., OWENS C.M., XIONG R. *Prediction of poultry meat tenderness using Razor blade shear, Allo-Kramer shear, and sarcomere length*. *Journal Food Science*. 2004, 69, p. 11-15.
- [42] XIONG R., CAVITT L.C., MEULLENET J.F., OWENS C.M. *Comparison of Allo-Kramer, Warner-Bratzler and razor blade shears for predicting sensory tenderness of broiler breast meat*. *J Tex Stud*, 2006, 37, p. 179-199.
- [43] LISTRAT A., RAKADJIYSKI N., JURIE C., PICARD B., TOURAILLE C., GEAY Y. *Effect of the type of diet on muscle characteristics and meat palatability of growing Salers bulls*. *Meat Sci*. 1999, 53.
- [44] Proceedings. *Kurz reometrie potravin*. Praha: VÚPP, 1999.

- [45] JAROŠOVÁ, A. *Senzorické hodnocení potravin*. Vyd. 1. V Brně: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 2001. ISBN 80-715-7539-9
- [46] GREEN, Phil, MACDONALD Lindsay. *Colour engineering: achieving deviceindependent colour*. Rerpinted with corrections. Chichester: Wiley, 2003, ISBN 04-714-8688-4
- [47] TŘEŠŇÁK K. *Barvy a barevné modely*. Svět tisku. 1999, 6.
- [48] Obrázek. *Munsellův systém* [online]. [cit-2021-04-02]. Dostupný z:
<https://www.britannica.com/science/Munsell-color-system>
- [49] Obrázek. *Trojrozměrný barevný prostor CIELAB* [online]. [cit-2021-04-03].
Dostupný z:
https://www.researchgate.net/figure/A-Three-dimensional-CIELAB-color-space-where-the-L-axis-represents-the-colors_fig2_318751900
- [50] Lát, J.: *Technologie masa*. 1. vydání. Praha: SNTL, 1976. 640 s.
- [51] GILL, C.O. Microbiological conditions of meats from large game animals and birds. *Meat Science* [online]. 2007, 77(2), 149-160 [cit. 2021-4-27]. ISSN 03091740.
Dostupné z: doi:10.1016/j.meatsci.2007.03.007
- [52] ŠILHÁNKOVÁ, L. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. Vyd. 3. [i.e. 4.], opr. a dopl., v nakl. Academia 1. vyd. [i.e. 2. vyd.]. Praha: Academia, 2008. ISBN 978-802-0017-031.
- [53] GÖRNER, F., VALÍK, L. *Aplikovaná mikrobiológia požívatin*. Bratislava: Malé Centrum, 2004. ISBN 80-967-0649-7.
- [54] VAŘEJKA, F., MRÁZ, O., SMOLA, J. *Speciální veterinární mikrobiologie*. 1. vyd. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. 264 s. ISBN 80-209-0042-X
- [55] GREENWOOD, D. – SLACK RICHARD C.B. – PEUTHERER, J.F., et al. *Lékařská mikrobiologie – přehled infekčních onemocnění: patogeneze, imunita, laboratorní*

diagnostika a epidemiologie. 1. vyd. Havlíčkův Brod: Grada Publishing, 1999. 690 s.
ISBN 80-7169-365-0

- [56] HUI, Y.H. *Handbook of Meat and Meat Processing* [online]. 2. Boca Raton: CRC Press, 2012 [cit. 2021-4-28]. ISBN 9780429151460. Dostupné z: https://www.fortcox.ac.za/assets/files/Hui-Y.2012.HandbookOfMeatAndMeatProcessing_2ndEd..pdf
- [57] TOLDRÁ, Fidel. *Handbook of Meat Processing* [online]. 2. Wiley-Blackwell, 2010, 582 s. [cit. 2021-4-28]. ISBN 9780813820965. Dostupné z: https://www.academia.edu/26146619/Handbook_of_meat
- [58] DIKEMAN, M., DEVINE, CARRICK. *Encyclopedia of meat sciences* [online]. 2ND ED. San Diego: Elsevier Academic Press, 2014 [cit. 2021- 01-04]. ISBN 978-012-3847-317. Dostupné z: https://app.knovel.com/web/view/swf/show.v/rcid:kpEMSE0003/cid:kt00U6FOZ2/viewerType:pdf/root_slug:encyclopedia-meat-sciences?cid=kt00U6FOZ2&page=10&q=PSE%20pork&b-q=PSE%20pork&sort_on=default&b-subscription=TRUE&b-group-by=true&b-search-type=tech-reference&b-sort-on=default&scrollto=du
- [59] HORITA, C.N., M.A. MORGANO, R.M.S. CELEGHINI a M.A.R. POLLONIO. Physico-chemical and sensory properties of reduced-fat mortadella prepared with blends of calcium, magnesium and potassium chloride as partial substitutes for sodium chloride. *Meat Science* [online]. 2011, 89(4), 426-433 [cit. 2020-10-23]. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174011001872>
- [60] LORENZO, M., BERMÚDEZ, R., DOMÍNGUEZ, R., GUIOTTO, A., FRANCO, D., PURRIÑOS, L. Physicochemical and microbial changes during the manufacturing process of dry-cured lacón salted with potassium, calcium and magnesium chloride as a partial replacement for sodium chloride. *Food Control* [online]. 2015, 50, 763-769 [cit. 2020-10-23]. ISSN 09567135. Dostupné z: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095671351400601X? via%](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095671351400601X?via%20)

- [61] PAULSEN, T., NYS, A., KVARBERG, R., HERSLETH, M. Effects of NaCl substitution on the sensory properties of sausages: Temporal aspects. *Meat Science* [online]. 2014, 98(2), 164-170 [cit. 2020-10-23]. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030917401400151X?via%3Dihub>
- [62] TOBIN, Brian D., Maurice G. O'SULLIVAN, Ruth M. HAMILL a Joseph P. KERRY. The impact of salt and fat level variation on the physiochemical properties and sensory quality of pork breakfast sausages. *Meat Science* [online]. 2013, 93(2), 145-152 [cit. 2020-10-23]. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174012002756?via%3Dihub>
- [63] SLEATOR, D., HILL, C. Food reformulations for improved health: A potential risk for microbial food safety? *Medical Hypotheses* [online]. 2007, 69(6), 1323-1324 [cit. 2020-10-23]. ISSN 03069877. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0306987707002162?via%3Dihub>
- [64] HYSTEAD, E., F. DIEZ-GONZALEZ a T.C. SCHOENFUSS. The effect of sodium reduction with and without potassium chloride on the survival of *Listeria monocytogenes* in Cheddar cheese. *Journal of Dairy Science* [online]. 2013, 96(10), 6172-6185 [cit. 2020-10-23]. ISSN 00220302. Dostupné z: [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(13\)00529-8/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(13)00529-8/fulltext)
- [65] KAMENÍK, J., SALÁKOVÁ, A., VYSKOČILOVÁ, V., PECHOVÁ, A. a HARUŠTIAKOVÁ, D. Salt, sodium chloride or sodium? Content and relationship with chemical, instrumental and sensory attributes in cooked meat products. *Meat Science* [online]. 2017, 131, 196-202 [cit. 2020-10-23]. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S030917401730058X?via%3Dihub>

- [66] TRIKI, M., HERRERO, A., JIMÉNEZ-COLMENERO, F., RUIZ-CAPILLAS, C. Storage stability of low-fat sodium reduced fresh merguez sausage prepared with olive oil in konjac gel matrix. *Meat Science* [online]. 2013, 94(4), 438-446 [cit. 2020-10-23]. ISSN 03091740. Dostupné z: [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174013000892? via%3Dihub](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0309174013000892?via%3Dihub)
- [67] PRIMOŽIĆ, B., POLAK, T. Acceptance of liver pâté with reduced content of salt and sodium. *Meso* [online]. 2018, 20(5), 384-393 [cit. 2020-10-27]. ISSN 18488323. Dostupné z: https://hrcak.srce.hr/index.php?show=clanak&id_clanak_jezik=304490
- [68] LILIC, S., MATEKALO-SVERAK, V., BOROVIĆ, B. Possibility of replacement of sodium chloride by potassium chloride in cooked sausages: Sensory characteristics and health aspects. *Biotechnology in Animal Husbandry* [online]. 2008, 24(1-2), 133-138 [cit. 2020-10-28]. ISSN 1450-9156. Dostupné z: <http://www.doiserbia.nb.rs/Article.aspx?ID=1450-91560802133L#.X5k4clCLo2w>
- [69] LAZIC, I., RASETA, M., NIKOLIC, D., LUKIC, M., KARAN, D., LILIC, S. Reducing the Sodium Chloride Content in Chicken Pate by Using Potassium and Ammonium Chloride. *Procedia Food Science* [online]. 2015, 5, 22-25 [cit. 2020-10-27]. ISSN 2211601X. Dostupné z: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S2211601X15000966?token=8E23459AAE9048F14E8D3832C0FC335F793033D468AA7AC88E9B972439542704C268016C50195BBFD9F8C5E7232EBB2A>
- [70] SANG-KEUN, J., SUN-JIN H., DONG-GYUN Y. *Impact of partial substitution of NaCl by KCl, and MgCl₂ on physicochemical and sensory properties of cooked sausages during storage* [online]. 2/2019, 1666-1673 [cit. 2021-5-4]. Dostupné z: [doi:https://doi.org/10.5713/ajas.18.0707](https://doi.org/10.5713/ajas.18.0707)

SEZNAM OBRÁZKŮ

| | |
|---|----|
| Obr. 1. Výroba drůbežího masa v ČR..... | 17 |
| Obr. 2. Spotřeba masa v ČR | 18 |
| Obr. 3. Drůbeží masné výrobky..... | 20 |
| Obr. 4. Měření textury experimentálních vzorků kuřecí játrovky | 27 |
| Obr. 5. Munsellův systém..... | 28 |
| Obr. 6. Trojrozměrný barevný prostor CIELAB | 29 |
| Obr. 7. Plnění kuřecí játrovky do hliníkových obalů..... | 45 |
| Obr. 8. Měření texturních parametrů u vzorku paštiky č. 3..... | 46 |
| Obr. 9. Měření barvy vzorku kuřecí játrovky | 47 |
| Obr. 10. Připravené vzorky pro měření barvy na přístroji Ultrascan PRO..... | 47 |
| Obr. 11. Ukázka barvy experimentálních vzorků..... | 63 |

SEZNAM TABULEK

| | |
|--|----|
| Tab. 1. Průměrné chemické složení masa drůbeže | 16 |
| Tab. 2. Rozpis použitého množství chloridů ve vzorcích | 44 |
| Tab. 3. Použité metody při stanovení mikroorganismů | 48 |
| Tab. 4. Naměřené hodnoty tvrdosti u vzorků v roce 2018 | 49 |
| Tab. 5. Naměřené hodnoty tvrdosti u vzorků v roce 2021 | 50 |
| Tab. 6. Hodnoty síly gelu naměřené na vzorcích v N-mm, 2018..... | 52 |
| Tab. 7. Hodnoty síly gelu naměřené na vzorcích v N-mm, 2021..... | 53 |
| Tab. 8. Hodnoty pružnosti naměřené na vzorcích v mm, 2018..... | 54 |
| Tab. 9. Hodnoty pružnosti naměřené na vzorcích v mm, 2021..... | 55 |
| Tab. 10. Hodnoty jasů L*naměřené ve vzorcích, rok 2018..... | 56 |
| Tab. 11. Hodnoty jasů L*naměřené ve vzorcích, rok 2021..... | 57 |
| Tab. 12. Hodnoty barevného přechodu R/G a*, rok 2018..... | 58 |
| Tab. 13. Hodnoty barevného přechodu R/G a*, rok 2021..... | 59 |
| Tab. 14. Hodnoty barevného přechodu Y/B b*, rok 2018..... | 60 |
| Tab. 15. Hodnoty barevného přechodu Y/B b*, rok 2021..... | 61 |

SEZNAM GRAFŮ

| | |
|--|----|
| Graf. č.1. Graf závislosti tvrdosti na složení solících směsí, 2018 | 50 |
| Graf. č.2. Graf závislosti tvrdosti na složení solících směsí, 2021 | 51 |
| Graf. č.3. Graf závislosti síly gelu na složení solících směsí, 2018 | 52 |
| Graf. č.4. Graf závislosti síly gelu na složení solících směsí, 2021 | 53 |
| Graf. č.5. Graf závislosti pružnosti na složení solících směsí, 2018 | 54 |
| Graf. č.6. Graf závislosti pružnosti na složení solících směsí, 2021 | 55 |
| Graf. č.7. Graf závislosti jasu L* na složení solících směsí, 2018 | 57 |
| Graf. č.8. Graf závislosti jasu L* na složení solících směsí, 2021 | 58 |
| Graf. č.9. Graf závislosti barevného přechodu R/G na složení solících směsí, 2018 | 59 |
| Graf. č.10. Graf závislosti barevného přechodu R/G na složení solících směsí, 2021 | 60 |
| Graf. č.11. Graf závislosti barevného přechodu Y/B na složení solících směsí, 2018 | 61 |
| Graf. č.12. Graf závislosti barevného přechodu Y/B na složení solících směsí, 2021 | 62 |
| Graf. č.13. Graf závislosti nárůstu CPM na čase | 64 |
| Graf. č.14. Graf závislosti nárůstu aerobních sporulujících bakterií na čase..... | 66 |
| Graf. č.15. Graf závislosti nárůstu anaerobních sporulujících bakterií na čase..... | 67 |
| Graf. č.16. Graf závislosti nárůstu psychrotrofních na čase..... | 69 |

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1: Hodnoty tvrdosti vzorků pro jednotlivá měření v N, rok 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 1,167 | 1,258 | 1,089 | 1,339 | 1,115 | 0,971 | 1,148 | 0,943 | 0,932 | 0,735 |
| 2 | 1,248 | 1,263 | 1,095 | 1,209 | 0,987 | 0,849 | 0,969 | 1,029 | 0,848 | 0,713 |
| 3 | 1,301 | 1,213 | 1,106 | 0,975 | 1,053 | 0,825 | 1,126 | 1,043 | 0,890 | 0,797 |
| 4 | 1,176 | 1,194 | 1,164 | 1,132 | 1,081 | 0,929 | 1,156 | 1,016 | 0,870 | 0,711 |
| 5 | 1,258 | 1,325 | 1,178 | 1,172 | 0,933 | 0,860 | 0,949 | 1,105 | 0,874 | 0,698 |
| 6 | 1,155 | 1,343 | 1,200 | 1,131 | 1,055 | 0,895 | 0,897 | 0,975 | 0,854 | 0,727 |
| průměrná tvrdost | 1,218 | 1,266 | 1,139 | 1,160 | 1,037 | 0,888 | 1,041 | 1,018 | 0,878 | 0,730 |
| směrodatná odchylka | 0,054 | 0,054 | 0,043 | 0,108 | 0,060 | 0,050 | 0,105 | 0,051 | 0,028 | 0,032 |

Příloha č. 2: Hodnoty tvrdosti vzorků pro jednotlivá měření v N, rok 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 2,295 | 2,364 | 1,891 | 2,125 | 1,782 | 1,624 | 1,738 | 1,396 | 1,559 | 1,116 |
| 2 | 1,967 | 2,526 | 1,796 | 2,162 | 1,675 | 1,719 | 1,542 | 1,408 | 1,382 | 1,134 |
| 3 | 2,015 | 2,571 | 1,845 | 2,108 | 1,783 | 1,734 | 1,421 | 1,523 | 1,533 | 1,021 |
| 4 | 2,051 | 2,334 | 1,862 | 2,156 | 1,746 | 1,697 | 1,661 | 1,579 | 1,485 | 1,172 |
| 5 | 1,897 | 2,258 | 1,893 | 2,201 | 1,836 | 1,754 | 1,708 | 1,500 | 1,494 | 1,047 |
| 6 | 2,070 | 2,214 | 1,813 | 2,142 | 1,731 | 1,868 | 1,440 | 1,583 | 1,590 | 1,090 |
| průměrná tvrdost | 2,049 | 2,378 | 1,850 | 2,149 | 1,759 | 1,733 | 1,585 | 1,498 | 1,507 | 1,097 |
| směrodatná odchylka | 0,124 | 0,131 | 0,036 | 0,030 | 0,050 | 0,073 | 0,125 | 0,074 | 0,067 | 0,051 |

Příloha č. 3: Hodnoty síly gelu vzorků pro jednotlivá měření v N·mm, rok 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 5,342 | 5,545 | 4,602 | 5,673 | 5,028 | 4,574 | 4,975 | 4,504 | 4,563 | 3,405 |
| 2 | 5,820 | 5,566 | 4,721 | 5,268 | 4,392 | 3,379 | 3,975 | 4,492 | 3,794 | 3,210 |
| 3 | 5,412 | 5,332 | 5,140 | 3,937 | 4,492 | 3,414 | 5,010 | 4,574 | 4,219 | 3,648 |
| 4 | 4,445 | 5,156 | 5,201 | 5,123 | 4,806 | 4,305 | 4,750 | 4,680 | 3,960 | 2,901 |
| 5 | 5,399 | 5,503 | 5,171 | 5,262 | 4,224 | 3,944 | 4,425 | 4,865 | 4,029 | 3,347 |
| 6 | 5,113 | 5,746 | 5,309 | 5,229 | 4,884 | 3,853 | 4,008 | 4,337 | 3,901 | 3,459 |
| průměrná síla gelu | 5,255 | 5,475 | 5,024 | 5,082 | 4,638 | 3,911 | 4,524 | 4,575 | 4,078 | 3,328 |
| směrodatná odchylka | 0,418 | 0,187 | 0,264 | 0,540 | 0,287 | 0,434 | 0,422 | 0,165 | 0,253 | 0,231 |

Příloha č. 4: Hodnoty síly gelu vzorků pro jednotlivá měření v N·mm, rok 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 23,006 | 23,801 | 18,113 | 22,019 | 18,008 | 15,508 | 17,804 | 15,270 | 16,057 | 11,164 |
| 2 | 19,447 | 24,551 | 17,358 | 21,501 | 16,976 | 15,927 | 15,849 | 16,029 | 14,458 | 11,464 |
| 3 | 20,016 | 23,109 | 18,968 | 20,290 | 17,644 | 16,943 | 15,392 | 15,897 | 14,901 | 10,761 |
| 4 | 21,075 | 22,870 | 18,110 | 21,012 | 17,810 | 16,513 | 16,776 | 16,514 | 14,686 | 11,960 |
| 5 | 20,267 | 22,312 | 18,595 | 21,656 | 18,096 | 17,860 | 16,716 | 15,189 | 15,157 | 10,149 |
| 6 | 20,818 | 21,134 | 17,758 | 21,469 | 17,525 | 19,231 | 15,373 | 16,350 | 16,206 | 10,567 |
| průměrná síla gelu | 20,772 | 22,963 | 18,151 | 21,325 | 17,677 | 16,997 | 16,318 | 15,875 | 15,244 | 11,011 |
| směrodatná odchylka | 1,130 | 1,082 | 0,525 | 0,549 | 0,369 | 1,247 | 0,871 | 0,499 | 0,663 | 0,596 |

Příloha č. 5: Hodnoty pružnosti u vzorků pro jednotlivá měření v mm, rok 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 6,805 | 6,760 | 6,760 | 6,710 | 6,715 | 6,770 | 6,635 | 6,735 | 6,765 | 6,780 |
| 2 | 6,770 | 6,760 | 6,805 | 6,795 | 6,790 | 6,860 | 6,695 | 6,820 | 6,800 | 6,775 |
| 3 | 6,820 | 6,755 | 6,795 | 6,705 | 6,765 | 6,810 | 6,730 | 6,765 | 6,785 | 6,770 |
| 4 | 6,810 | 6,820 | 6,760 | 6,745 | 6,795 | 6,780 | 6,690 | 6,765 | 6,780 | 6,685 |
| 5 | 6,800 | 6,740 | 6,745 | 6,770 | 6,760 | 6,795 | 6,725 | 6,765 | 6,775 | 6,790 |
| 6 | 6,750 | 6,765 | 6,755 | 6,805 | 6,805 | 6,765 | 6,650 | 6,770 | 6,770 | 6,770 |
| průměrná pružnost | 6,792 | 6,767 | 6,770 | 6,755 | 6,772 | 6,797 | 6,687 | 6,770 | 6,779 | 6,762 |
| směrodatná odchylka | 0,024 | 0,025 | 0,022 | 0,039 | 0,030 | 0,032 | 0,035 | 0,025 | 0,011 | 0,035 |

Příloha č. 6: Hodnoty pružnosti u vzorků pro jednotlivá měření v mm, rok 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 22,505 | 14,355 | 21,800 | 22,145 | 21,910 | 22,485 | 21,865 | 22,665 | 21,785 | 22,860 |
| 2 | 26,315 | 23,210 | 21,460 | 22,545 | 22,590 | 23,685 | 21,920 | 21,800 | 21,980 | 22,345 |
| 3 | 23,445 | 23,850 | 22,020 | 21,920 | 23,855 | 23,285 | 21,660 | 21,850 | 21,475 | 22,745 |
| 4 | 22,620 | 14,140 | 23,405 | 22,240 | 23,675 | 25,405 | 21,585 | 22,500 | 22,345 | 22,590 |
| 5 | 22,200 | 24,645 | 23,960 | 25,450 | 21,340 | 24,745 | 21,405 | 22,190 | 22,145 | 21,925 |
| 6 | 22,545 | 21,560 | 22,420 | 22,225 | 21,480 | 18,195 | 21,460 | 22,425 | 23,175 | 22,430 |
| průměrná pružnost | 23,272 | 20,293 | 22,511 | 22,754 | 22,475 | 22,967 | 21,649 | 22,238 | 22,151 | 22,482 |
| směrodatná odchylka | 1,413 | 4,375 | 0,891 | 1,219 | 0,996 | 2,335 | 0,191 | 0,324 | 0,533 | 0,304 |

Příloha č. 7: Hodnoty jasu L*, rok 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 59,7 | 61,62 | 59,77 | 59,72 | 61,57 | 62,07 | 61,14 | 61,64 | 61,55 | 59,22 |
| 2 | 58,86 | 61,84 | 56,82 | 59,77 | 61,51 | 62,35 | 61,1 | 60,43 | 59,52 | 61,46 |
| 3 | 59,88 | 60,87 | 60,62 | 59,33 | 61,96 | 62,05 | 60,73 | 60,43 | 59,98 | 59,7 |
| 4 | 60 | 60,84 | 59,24 | 59,49 | 62,14 | 62,33 | 61,18 | 58,85 | 60,65 | 59,81 |
| 5 | 58,46 | 60,73 | 57,74 | 58,46 | 63 | 62,97 | 60,32 | 60,43 | 60,45 | 60,52 |
| průměrná hodnota | 59,380 | 61,180 | 58,838 | 59,354 | 62,036 | 62,354 | 60,894 | 60,356 | 60,430 | 60,142 |
| směrodatná odchylka | 0,609 | 0,457 | 1,377 | 0,474 | 0,537 | 0,333 | 0,329 | 0,887 | 0,683 | 0,779 |

Příloha č. 8: Hodnoty jasu L*, rok 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 59,21 | 60,9 | 59,1 | 61,27 | 61,03 | 61,79 | 61,92 | 59,61 | 60,33 | 60,38 |
| 2 | 59,93 | 61,3 | 59,3 | 61,08 | 61,07 | 61,76 | 60,99 | 59,65 | 60,24 | 60,14 |
| 3 | 59,39 | 60,85 | 58,98 | 61,44 | 60,92 | 62,79 | 60,91 | 59,58 | 60,36 | 60,37 |
| 4 | 59,31 | 60,97 | 59,14 | 61,11 | 61,31 | 61,11 | 61,88 | 59,62 | 59,3 | 60,65 |
| 5 | 59,61 | 61,31 | 58,83 | 61,32 | 60,92 | 61,86 | 60,69 | 59,64 | 59,67 | 60,83 |
| průměrná hodnota | 59,490 | 61,066 | 59,070 | 61,244 | 61,050 | 61,862 | 61,278 | 59,620 | 59,980 | 60,474 |
| směrodatná odchylka | 0,256 | 0,199 | 0,158 | 0,134 | 0,143 | 0,537 | 0,517 | 0,024 | 0,423 | 0,240 |

Příloha č. 9: Hodnoty barevného přechodu (R/G) a*, rok 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 8,59 | 8,51 | 9,84 | 11,55 | 7,09 | 7,72 | 8,05 | 7,45 | 6,72 | 6,28 |
| 2 | 8,89 | 8,5 | 9,85 | 9,41 | 7,98 | 8,05 | 7,31 | 8,26 | 7,1 | 6,55 |
| 3 | 8,93 | 8,51 | 9,55 | 10 | 7,37 | 8,42 | 7,93 | 7,71 | 6,88 | 6,74 |
| 4 | 8,72 | 8,43 | 9,52 | 9,6 | 7,8 | 8,06 | 8,24 | 7,8 | 6,93 | 6,75 |
| 5 | 9,27 | 8,54 | 9,27 | 11,09 | 7,23 | 7,76 | 7,97 | 8,88 | 6,72 | 6,63 |
| průměrná hodnota | 8,880 | 8,498 | 9,606 | 10,330 | 7,494 | 8,002 | 7,900 | 8,020 | 6,870 | 6,590 |
| směrodatná odchylka | 0,230 | 0,037 | 0,218 | 0,843 | 0,340 | 0,252 | 0,314 | 0,503 | 0,143 | 0,172 |

Příloha č. 10: Hodnoty barevného přechodu (R/G) a*, rok 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|--------------------------------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 10,74 | 10,86 | 11,07 | 9,35 | 8,68 | 8,33 | 7,67 | 7,89 | 8,34 | 7,78 |
| 2 | 9,76 | 10,09 | 11,05 | 9,18 | 8,58 | 8,09 | 7,64 | 8,07 | 8,15 | 7,62 |
| 3 | 9,77 | 9,89 | 10,92 | 9,07 | 8,75 | 8,35 | 7,67 | 7,89 | 8,18 | 7,74 |
| 4 | 10,39 | 10,03 | 10,49 | 9,16 | 8,93 | 8,37 | 7,65 | 7,77 | 8,43 | 7,63 |
| 5 | 9,62 | 9,94 | 10,57 | 9,05 | 8,62 | 8,24 | 7,82 | 7,93 | 8,32 | 7,58 |
| průměrná hodnota | 10,056 | 10,162 | 10,820 | 9,162 | 8,712 | 8,276 | 7,690 | 7,910 | 8,284 | 7,670 |
| směrodatná odchylka | 0,433 | 0,356 | 0,244 | 0,106 | 0,123 | 0,103 | 0,066 | 0,096 | 0,104 | 0,076 |

Příloha č. 11: Hodnoty barevného přechodu (Y/B) b*, rok 2018

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 19,32 | 21,24 | 21,44 | 21,28 | 19,19 | 20,56 | 20,19 | 17,5 | 17,5 | 18,05 |
| 2 | 20,84 | 20,31 | 19,27 | 20,35 | 17,54 | 20,64 | 20,02 | 19,46 | 18,66 | 17,48 |
| 3 | 21,69 | 21,18 | 19,81 | 18,37 | 20,69 | 20,28 | 19,91 | 19,6 | 18,73 | 19,38 |
| 4 | 21,36 | 20,91 | 20,95 | 18,49 | 18,31 | 20,07 | 20,1 | 17,53 | 19,63 | 19,66 |
| 5 | 20,56 | 21,22 | 22,14 | 20,43 | 19,04 | 18,28 | 19,55 | 19,3 | 18,16 | 17,53 |
| průměrná hodnota | 20,754 | 20,972 | 20,722 | 19,784 | 18,954 | 19,966 | 19,954 | 18,678 | 18,536 | 18,420 |
| směrodatná odchylka | 0,818 | 0,352 | 1,051 | 1,153 | 1,048 | 0,867 | 0,222 | 0,954 | 0,702 | 0,924 |

Příloha č. 12: Hodnoty barevného přechodu (Y/B) b*, rok 2021

| MĚŘENÍ/ VZOREK | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 1 | 21,75 | 20,85 | 22,4 | 19,52 | 20,52 | 20,92 | 18,14 | 19,53 | 18,82 | 17,83 |
| 2 | 20,98 | 22,32 | 22,52 | 21,19 | 20,19 | 20,54 | 20,52 | 18,28 | 19,21 | 18,69 |
| 3 | 22,68 | 22,26 | 22,3 | 21,12 | 20,82 | 18,86 | 20,95 | 19,85 | 18,38 | 20,08 |
| 4 | 22,09 | 22,39 | 21,18 | 21,68 | 19,22 | 21,1 | 19,01 | 18,94 | 20,24 | 17,74 |
| 5 | 20,09 | 22,32 | 22,37 | 21,32 | 20,7 | 19,64 | 20,83 | 18,37 | 19,08 | 17,67 |
| průměrná hodnota | 21,518 | 22,028 | 22,154 | 20,966 | 20,290 | 20,212 | 19,890 | 18,994 | 19,146 | 18,402 |
| směrodatná odchylka | 0,901 | 0,590 | 0,492 | 0,748 | 0,576 | 0,843 | 1,117 | 0,620 | 0,616 | 0,917 |

